

UNIVERSITETI I PRISHTINËS
“HASAN PRISHTINA”
FAKULTETI I INXHINIERISË MEKANIKE
PROGRAMI STUDIMOR: PRODHIMTARI DHE AUTOMATIZIM



EFEKTI I PARAMETRAVE TË PRERJES DHE GJEOMETRISË SË
INSTRUMENTIT NË ASHPËRSINË E SIPËRFAQES GJATË
OPERACIONIT TË TORNIMIT

Punim Diplome - Master

Studenti:

Sevdaim Sinani

Mentori:

Prof. Dr. Nexhat Qehaja

Prishtinë, 2019

UNIVERSITY OF PRISHTINA
“HASAN PRISHTINA”
FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
STUDY PROGRAM: PRODUCTION AND AUTOMATION



**EFFECT OF CUTTING PARAMETERS AND TOOL
GEOMETRY ON SURFACE ROUGHNESS IN TURNING
OPERATION**

Diploma Thesis - Master

Studenti:
Sevdaim Sinani

Mentori:
Prof. Dr. Nexhat Qehaja

Prishtinë, 2019

FALËNDERIM

Me këtë rast i falënderohem mentorit Prof. dr. Nexhat Qehaja për mbështetjen e tij të vazhdueshme, shkencore, profesionale dhe këshillat e dobishme gjatë punimit të temës.

Falënderoj menaxhmentin e FPX në Palaj, *që më kanë mundësuar realizimin e pjesës eksperimentale të punimit.*

Gjithashtu, falënderoj familjen time për mbështetjen morale dhe financiare që më mundësuan përfundimin e shkollimit me sukses.

PËRMBLEDHJE

Në këtë punim është hulumtuar efekti i parametrave të pavarur të prerjes dhe gjeometrisë së instrumentit në parametrat e ashpërsisë së sipërfaqes së përpunuar (R_a , R_z , R_q dhe R_t) gjatë përpunimit me tornim me aplikimin e pllakave prerëse prej metali të fortë (MF) shumë shtresore pa aplikimin e mjeteve ftohëse lubrifikuese. Punimi është ndarë në dy pjesë. Në pjesën e parë, teorike janë shpjeguar kriteret, metodat dhe funksionet e përpunueshmërisë së materialit. Në veçanti theksi do është vendosur në modelimin matematikor të funksioneve të përpunueshmërisë të cilat përfshijnë planin eksperimental, zgjedhjen e modeleve matematikore dhe analizën regresive si dhe komentimin e rezultateve të fituara. Në pjesën e dytë është paraqitet hulumtimi eksperimental i ndikimit të parametrave të procesit të prerjes; shpejtësia e prerjes (v_c), hapi punues (f), thellësia e prerjes (a) dhe rrezes së rrumbullakimit të majës së instrumentit (r) gjatë procesit të tornimit të çelikut të kalitur EN 42CrMo4. Rezultatet empirike të fituara me modelin matematikor parashikues janë në përputhje me rezultatet e fituara në mënyrë eksperimentale, duke konfirmuar efektivitetin e analizës regresive në modelimin e ashpërsisë së sipërfaqes.

Fjalët kyçe: *Ashpërsia, shpejtësia, hapi, thellësia, rrezja, përpunueshmëria, plani eksperimental, modeli, matematikor.*

ABSTRACT

In this diploma thesis has been investigated the influence of independent cutting parameters and tool geometry on surface roughness parameters (R_a , R_z , R_q and R_t), with application of multi layer hard metal plates in dry turning. The work is divided into two parts. In the first part, the theoretical are explained the criteria, methods and machinability functions. Particular emphasis is placed on the mathematical modeling of machinability functions, which include experimental plan, choice of mathematical models and regressive analysis, and commentary on the obtained results. In the second part is presented the experimental research of the impact of the cutting parameters such as; cutting speed (v_c), feed rate (f), depth of cut (a) and cutting edge radius (r) during processing of the EN 42CrMo4 hardened steel. Empirical results obtained with predictive mathematical models are consistent with experimentally obtained results, confirming the effectiveness of regression analysis in surface roughness modeling.

Key words: Roughness, surface, speed, feed, depth, experimental, plan, mathematical.

Përmbajtja

LISTA E FIGURAVE	7
LISTA E TABELAVE	8
LISTA E SIMBOLEVE TË PËRDORURA	9
1 HYRJE.....	10
2 BAZAT E TEORISË SË PRERJES SË METALEVE ME HEQJE ASHKLE.....	12
2.1 ELEMENTET THEMELORE TË PRERJES	14
2.2 LËVIZJET THEMELORE NË PROCESIN E PRERJES	15
2.3 PËRPUNIMI ME TORNIM	17
3 INSTRUMENTET E PËRPUNIMIT ME PRERJE DHE MATERIALET E TYRE	20
3.1 VETITË FIZIKO-MEKANIKE TË MATERIALEVE PËR INSTRUMENTE PRERËSE	22
3.2 ÇELIQET SHPEJTPRERËSE	25
3.3 METALET E FORTA	27
3.4 FAKTORËT TË CILËT MUNDËSOJNË PRERJE TË MIRË DHE SHKALLË TË LARTË TË SHFRYTËZIMIT TË INSTRUMENTIT PRERËS	28
3.5 GJEOMETRIA E PJESËVE PRERËSE	29
3.6 GJEOMETRIA STATIKE E INSTRUMENTEVE PRERËSE.....	30
4 KUALITETI I SIPËRFAQES SË PËRPUNUAR	34
5 MODELET MATEMATIKORE	39
5.1 FUNKSIONET E PËRPUNUESHMËRISË.....	39
5.2 FORMIMI I MODELIT MATEMATIKOR.....	43
5.3 PËRCAKTIMI I PARAMETRAVE TË MODELIT.....	47
5.3.1 Vlerësimi i signifkancës së parametrave të modelit	80
5.4 VËRTETIMI I ADEKUATSHMËRISË SË MODELIT MATEMATIKOR	88
6 KUSHTET GJATË REALIZIMIT TË EKSPERIMENTIT	92

6.1	MATERIALI I EKZAMINUAR	92
6.2	KARAKTERISTIKA E MAKINES METALPRERËSE	93
6.3	INSTRUMENTI METALPRERËS	93
6.4	MATJA E ASHPËRSISË SË SIPËRFAQES	94
6.5	ZGJEDHJA E REGJIMEVE TË PRERJES	94
7	ANALIZA DHE VLERËSIMI I REZULTATEVE TË FITUARA.....	96
8	PËRFUNDIM.....	98
9	LITERATURA	99
SH T O J C A		100

LISTA E FIGURAVE

Fig. 2.1. Modeli i procesit përpunues	15
Fig. 2.2. Elementet themelore të prerjes	16
Fig. 2.3. Lëvizjet gjatë operacionit të tornimit: a – tornimi gjatësor dhe b – tornimi ballor ..	18
Fig. 2.4 Komponentet e forcës së prerjes te tornimi	20
Fig. 3.1. Ndërvarësia e qëndrueshmërisë në konsum ose rezistencave ndaj nxehtësisë dhe qëndrueshmëria e disa materialeve të instrumenteve	23
Fig. 3.2. Ndryshimi i fortësisë së materialeve të instrumenteve me temperaturën	25
Fig. 3.3. Varësia e përçueshmërisë së nxehtësisë të çelikut shpejtprerës nga temperatura	26
Fig. 3.4. Varësia e ngurtësisë së çeliqueve shpejtprerëse nga fortësia	28
Fig. 3.5. Elementet themelore të instrumenteve prerëse	31
Fig. 3.6. Pozita e rrafsheve në marrëdhënien e të cilave definohet gjeometria (a) dhe parametrat themelor gjeometrik të instrumenteve (b)	33
Fig. 3.7. Pozita e tehut prerës në marrëdhënie me rrafshin themelor: $\lambda > 0$, $\lambda = 0$ dhe $\lambda < 0$	34
Fig. 4.1. Shembuj të shmangieve të sipërfaqeve të përpunuara nga forma gjeometrike ideale	35
Fig. 4.2. Forma e profilit të sipërfaqes së përpunuar me valëzime	36
Fig. 4.3. Jo rrafshinat në sipërfaqen e përpunuar	37
Fig. 4.4. Profilografi i sipërfaqes së përpunuar në gjatësinë referente dhe parametrat e ashpërsisë	37
Fig. 4.5. Sistemi i shënimit të sipërfaqeve të përpunuara në vizatime	39
Fig. 5.1. Varësia funksionale në mes faktorëve hyrës dhe dalës	41
Fig. 5.2. Bllok skema e protokollit të hulumtimit eksperimental	43
Fig. 6.1. Sprektrometri	93

Fig. 6.2. Aparati për matjen e fortësisë	93
Fig. 6.3. Torno universale PA631P	94
Fig. 6.4. Aparati për matjen e ashpërsisë HADRON, SRT-6210	95
Fig. 6.5. Mbajtësi i pllakave prerëse dhe karakteristikat gjeometrike	96

LISTA E TABELAVE

Tabela 3.1. Grupet kryesore të çelqeve shpejtprerëse dhe përbërja e tyre kimike	27
Tabela 3.2. Vetitë e metaleve të forta të kushtëzuara nga përbërja e tyre	29
Tabela. 4.1. Klasat e ashpërsisë së sipërfaqeve të përpunuara	39
Tabela 5.1. Plani matricor i rendit të parë me katër faktorë	46
Tabela 5.2. Koeficientët e regresionit	47
Tabela 5.3. Regjimet e përpunimit v,s,a,r sipas kodimit dhe nivelit	51
Tabela 5.4. Vlerat e matura eksperimentale për ashpërsinë e sipërfaqes	55
Tabela 5.5. Plani matricor i koduar për ashpërsinë e sipërfaqes	56
Tabela 5.6. Vlerat e logaritmuara për Ra	57
Tabela 5.7. Vlerat e logaritmuara për Rz	58
Tabela 5. 8. Vlerat e logaritmuara për Rq	59
Tabela 5.9. Vlerat e logaritmuara për Rt	60
Tabela 5.10. Llogaritjet për analizën dispersive për Ra	77
Tabela 5.11. Llogaritjet për analizën dispersive për Rz	78
Tabela 5. 12. Llogaritjet për analizën dispersive për Rq	79
Tabela 5. 13. Llogaritjet për analizën dispersive për Rt	80
Tabela 5.14. Shprehjet për llogaritjen e analizës dispersive	82
Tabela 6.1. Përbërja kimike e çelikut (%) 42CrMo4	93
Tabela. 6.2. Dimensionet e pllakave prerëse	94
Tabela 6.3. Regjimet e përpunimit për ashpërsinë e sipërfaqes	96

LISTA E SIMBOLEVE TË PËRDORURA

Simboli	Njësia	Sqarimi i simbolit të përdorur
a	[mm]	Thellësia e prerjes
s	[mm/rrot]	Hapi
v	[m/min]	Shpejtësia e prerjes
r	[mm]	Rrezja e rrumbullakimit të majës së tehut prerës
ρ	[kg/dm ³]	Dendësia
α	[μ m]	Madhësia mesatare e kokrrizave
E	[N/mm ²]	Moduli i elasticitetit
G	[N/mm ²]	Moduli i rrëshqitjes
R_m	[N/mm ²]	Qëndrueshmëria në tërheqje
R_{02}	[N/mm ²]	Qëndrueshmëria në kufirin teknik të rrjedhshmërisë
HRC	[N/mm ²]	Fortësia sipas Rokvellit
R_a	[μ m]	Shmangia mesatare aritmetike e profilit
R_z	[μ m]	Lartësia mesatare e jorrafshinave
R_t	[μ m]	Lartësia maksimale e j rrafshinave
R_p	[μ m]	Lartësia maksimale e ngritur e profilit
R_v	[μ m]	Thellësia maksimale e profilit

1 HYRJE

Përpunueshmëria e materialeve është një tregues që paraqet përshtatshmërinë e materialit për tu përpunuar gjatë procesit të prodhimit.

Në përgjithësi, përpunueshmëria mund të përkufizohet si një kombinim optimal i faktorëve të tillë si forcat e vogla e prerjes, shkallë të lartë të largimit të materialit MRR (Material Removal Rate), integritet të mirë të sipërfaqes së përpunuar, saktësi dhe karakteristika gjeometrike të qëndrueshme të copës punuese, konsum të ulët të instrumentit dhe largim të mirë të ashklës gjatë procesit të prerjes.

Ashpërsia e sipërfaqes është një masë e rëndësishme e cilësisë teknologjike të një produkti dhe një faktor që ndikon shumë në kostot e prodhimit. Cilësia e sipërfaqes luan një rol shumë të rëndësishëm në performancën e pjesëve të punuara. Një sipërfaqe me cilësi të mirë përmirëson dukshëm forcën e lodhjes, rezistencën ndaj korrozionit etj. Përveç kësaj, vrazhdësia e sipërfaqes gjithashtu ndikon në fërkime sipërfaqësore, reflektimin e dritës, aftësinë për të mbajtur një lubrifikant, rezistencë elektrike dhe termike të kontaktit.

Rrjedhimisht, vlera e ashpërsisë së sipërfaqes së dëshiruar zakonisht përcaktohet për një pjesë individuale dhe proceset specifike zgjidhen për të arritur përfundimin e specifikuar. Specifikimi i sipërfaqes gjithashtu mund të jetë një pikë referimi e mirë në përcaktimin e stabilitetit të një procesi prodhimi, sepse stabiliteti i makinës është i kushtëzuar nga cilësia e pjesës operuese.

Gjatë procesit të prerjes vjen deri te konsumi i instrumentit, i cili ndikon në qëndrueshmërinë (jetëgjatësinë) e tij dhe në cilësinë e sipërfaqes së përpunuar. Burime të besueshme të literaturës tregojnë se mbi 50% e instrumenteve nuk shfrytëzohet nga aspekti i jetëgjatësisë, prandaj është e rëndësishme që në mënyrë të besueshme të parashikohet jetëgjatësia në kushte të prodhimit dhe të shfrytëzohet instrumenti në masën më të madhe të mundshme.

Ekzistojnë disa kritere me të cilat mund të përcaktohet qëndrueshmëria e instrumentit prerës: arritja e gjerësisë së shiritit të konsumit të lejuar sipas faqes së prapme, rritja e komponentëve të forcave të prerjes, numri i copave të punuara etj. Me përzgjedhjen e duhur

(drejtë) të regjimeve të prerjes për kushtet e dhëna teknike (saktësinë e përmasave, formës dhe cilësisë së sipërfaqes) si dhe një parashikim të mirë të forcave- rezistencave të prerjes mund të arrihet një shfrytëzimin maksimal i instrumenteve prerëse në kushtet e prodhimit, duke ulur kostot e prodhimit dhe përmbushur të gjitha kërkesat funksionale të produktit të fituar.

Në këtë punim do të hulumtohen efektet e parametrave të pavarur të prerjes dhe gjeometrisë së instrumentit në parametrat e ashpërsisë së sipërfaqes së përpunuar (Ra, Rz, Rq dhe Rt) gjatë përpunimit me tornim me aplikimin e pllakave prerëse prej metali të fortë (MF) të shtresuara pa aplikimin e mjeteve ftohëse lubrifikuese.

Rezultatet empirike të fituara me modelin matematikor parashikues do të analizohen se a janë në përputhje me rezultatet e fituara në mënyrë eksperimentale, duke konfirmuar efektivitetin e analizës regresive në modelimin e ashpërsisë së sipërfaqes.

Tipet dhe përmasat e makinave metalprerëse janë të shumta. Në varësi nga karakteri i punimeve dhe lloji i instrumenteve metalprerëse që përdoren, këta makina ndahen në shumë mënyra. Në këtë rast do përmendim ndarjen sipas procesit të përpunimit, ku kemi:

- makinat tornuese
- makinat zdrukthuese
- makinat shpuese
- makinat frezuese
- makinat tërheqëse (përshkuese)
- makinat retifikuese, etj.

2 BAZAT E TEORISË SË PRERJES SË METALEVE ME HEQJE ASHKLE

Përpunimi me prerje (heqje ashkle) është proces i prodhimit me të cilin mund të prodhohen pjesë të dimensioneve dhe sipërfaqeve të dëshiruara me largim gradual të materialit të tepërt, në formën e ashklës me ndihmën e një vegje prerëse të mprehtë. Instrumenti prerës shfrytëzohet për të larguar tepërcën e materialit nga copa punuese dhe pjesa e mbetur e materialit paraqet sipërfaqen e dëshiruar të copës punuese.

Nuk ekziston definicion universal për përpunueshmërinë e materialit. Ekzistojnë aq definicione të përpunueshmërisë së materialeve sa edhe teste me të cilat ajo përcaktohet. Kështu, ekzistojnë teste të cilat bazohen në forcat e prerjes, në energjinë e shpenzuar gjatë përpunimit, në kualitetin e sipërfaqes së përpunuar, qëndrueshmërisë së instrumentit prerës e kështu me radhë.

Përpunueshmëria vështirë definohet për arsye se është caktuar me shumë faktorë ndikues, ndërsa reflektohet si rezultat i ndikimeve të ndryshme të faktorëve vijues të procesit të prerjes:

- materialit dhe gjeometrisë së instrumentit prerës,
- materialit dhe gjeometrisë së copës punuese dhe
- mjeteve për ftohje dhe lubrifikim (MFL).

edhe atë në raport me parametrat e përpunimit ndërmjet veti.

Definicionet më shpesh të përmendura në literaturë janë:

- përpunueshmëria mund të merret si masë e vështirësive të cilat krijohen gjatë përpunimit me prerje të materialit të caktuar,
- përpunueshmëria paraqet lehtësi të përpunimit të materialit të dhënë të copës punuese,
- përpunueshmëria është grup i një numri të madh të vetive të materialit të copës punuese të cilat tregojnë se me çfarë suksesi mund të përpunohet materiali i caktuar,
- përpunueshmëria është karakteristikë e materialit të përpunuar e cila e tregon efektin e prodhueshmërisë dhe kualitetin e prodhimit,
- përpunueshmëria është një nga treguesit themelorë të teknologjisë së materialit dhe dallohet me një varg parametrash të cilët e caktojnë besueshmërinë e procesit të prerjes dhe kualitetin e sipërfaqes së përpunuar të copës punuese,

- përpunueshmëria e materialit nuk është veti e thjeshtë e brendshme e materialit dhe mund të shprehet vetëm pjesërisht përmes tri aspekteve të ndara vijuese:
 1. nga aspekti i instrumentit prerës – shprehet përmes raportit të sasisë së materialit të larguar dhe qëndrueshmëria e instrumentit,
 2. nga aspekti i makinës – shprehet me forcat e prerjes,
 3. nga aspekti i kualitetit të sipërfaqes së përpunuar.

Definicioni më i përshtatshëm i përpunueshmërisë do të ishte ai sipas të cilit materiali më i përpunueshëm është ai i cili lejon bartje të shpejtë të sasisë më të madhe të materialit me kualitet të përshtatshëm të sipërfaqes së përpunuar.

Duke i respektuar të gjitha definicionet e përmendura deri më tani në literaturë, mund të konstatohet se përpunueshmëria e materialit është karakteristika themelore teknologjike me të cilën shprehet përshtatshmëria e përpunimit të ndonjë materiali, ndërsa vlerësohet me një grup të kriterëve ose funksioneve të përpunueshmërisë “ F_p ”, duke i shfrytëzuar gjatë këtij grupi metodat e hulumtimit të përpunueshmërisë.

Tipet dhe përmasat e makinave metalprerëse janë të shumta. Në varësi nga karakteri i punimeve dhe lloji i instrumenteve metalprerëse që përdoren, këta makina ndahen në shumë mënyra. Në këtë rast do përmendim ndarjen sipas procesit të përpunimit, ku kemi:

- makinat tornuese
- makinat zdrukthuese
- makinat shpuese
- makinat frezuese
- makinat tërheqëse (përshkuese)
- makinat retifikuese, etj.

Përpunimi realizohet në copën e përgatitur më parë – “copën përgatitore“, me instrumentin prerës i cili mundet me qenë me gjeometri të definuar ose të pa definuar, edhe atë në makinën adekuate metalprerëse me shfrytëzimin e pajisjeve të ndryshme ndihmëse dhe mjeteve për ftohje dhe lubrifikim. Sistemi i cili krijohet nga copa përpunuese, instrumenti metalprerës, makina metalprerëse, mjetet për ftohje dhe lubrifikim paraqet **sistemin përpunues**, në të cilin praktikisht zhvillohet procesi i përpunimit me pjesëmarrjen e punëtorit i cili e dirigjon procesin. Në procesin përpunues ku modeli i thjeshtësuar është dhënë në fig. 2.1, materiali fillestar (copës përgatitore) transformohet në copë të gatshme - **copë të përpunuara**.

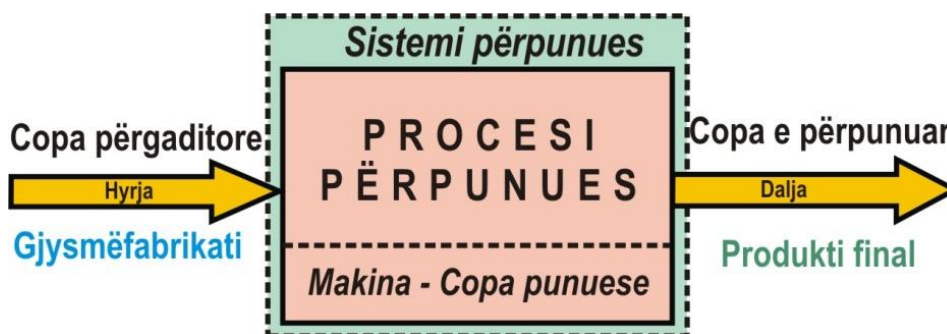


Fig. 2.1. Modeli i procesit të përpunimit

Shtresa e materialit e cila gjatë procesit të prerjes hiqet nga copa përpunuese me ndihmën e pykës prerëse të instrumentit, pëson deformime të caktuara dhe shkatërrime. Si rezultat i sajë materiali i shtesës për përpunim kalon në formë karakteristike të ashtuquajtur **ashkël** e cila paraqet produkt të dorës së dytë të procesit dhe është objekt për verifikim të veçantë.

2.1 Elementet themelore të prerjes

Përpunimi me prerje zhvillohet në sistemin përpunues elementet e të cilit (makina, instrumenti metalprerës, pajisjet ndihmëse, copa përpunuese, mjetet për ftohje dhe lubrifikim) kanë karakteristikat e tyre në çdo proces individual, kjo do të jetë pjesë e shqyrtimit të veçantë. Prosesi i përpunimit të metaleve me prerje përbëhet nga veprimet kinematike dhe dinamike të dy trupave të fortë - të pykës prerëse të instrumentit dhe copës përpunuese. Atëherë procesi i prerjes realizohet në rrethana të caktuara, d.m.th. mesin të cilin zakonisht e përbejnë mjetet për ftohje dhe lubrifikim.

Prerja e shtresës së sipërfaqes së materialit nga copa përpunuese është përcjellë me deformime plastike dhe si rezultat i saj shtresa e materialit e cila hiqet, largohet në formë të ashklës. Shtesa e cila caktohet në copën përgatitore në sipërfaqe të caktuara të cilat duhet të përpunohen, hiqet në procesin e prerjes menjëherë ose me shumë shtresa. Gjatë kalimit të parë të instrumentit hiqet shtresa e sipërfaqes dhe formohet sipërfaqja e re - **sipërfaqe e përpunuar**.

Sipërfaqet në copën përpunuese nga të cilat hiqet shtresa e materialit zakonisht i quajmë **sipërfaqe të cilat përpunohen**. Çdo sipërfaqe të re të formuar në copën përpunuese pas kalimit të instrumentit e quajmë **sipërfaqe të përpunuara**, fig. 2.2.

Në qoftë se shtesa për përpunim (δ) hiqet me një kalim është e nevojshme që maja e instrumentit të depërtojë deri te niveli i sipërfaqes së përpunuar, gjatë së cilës në këtë rast është thellësia e prerjes (a) e barabartë me shtesën për përpunim ($\delta = a$). Nëse kjo për çfarëdo arsye është e pamundshme, atëherë shtesa hiqet në disa kalime të instrumentit. Thellësia e prerjes a (mm) pikërisht paraqet distancën ndërmjet sipërfaqes e cila përpunohet dhe sipërfaqes së përpunuar.

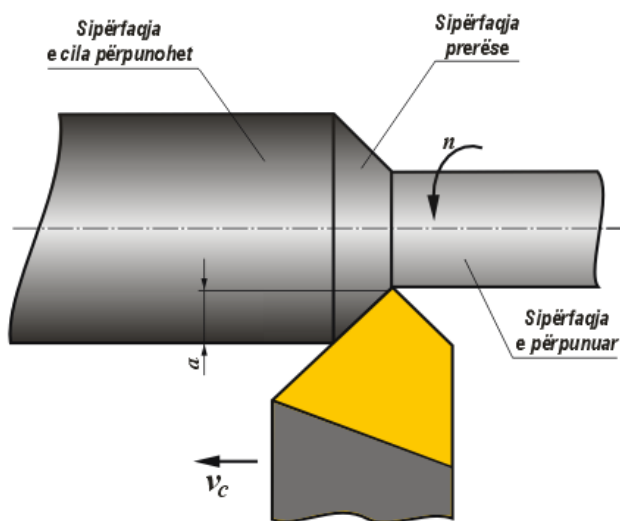


Fig. 2.2. Elementet themelore të prerjes

2.2 Lëvizjet themelore në procesin e prerjes

Procesi i prerjes i cili zhvillohet në kuadër të sistemit përpunues që të mundet të realizohet, është e nevojshme që të sigurohen edhe lëvizjet e caktuara ndërmjet elementeve të cilat në të marrin pjesë. Lëvizjet të cilat i realizon copa përpunuese dhe instrumenti metalprerës dhe të cilat ndërmjet veti janë të varura, paraqesin objekt të studimit të kinematikës së prerjes. Mënyra se si ato lëvizje realizohen zakonisht janë objekt i veçantë i shqyrtimit dhe janë të lidhura me shqyrtimin e strukturës dhe konstruksionit të makinave metalprerëse.

Gjatë realizimit të procesit të prerjes lëvizje të duhura mund të kryej copa përpunuese, instrumenti prerës ose të dy elementet njëkohësisht. Këto lëvizje më së shumti realizohen

vetëm në dy forma më të thjeshta – drejtvizore dhe rrethore. Lëvizjet në procesin e përpunimit, të cilat realizohen me mekanizma të caktuar në makinën metalprerëse, kryesisht ndahen në:

- lëvizje kryesore dhe
- lëvizje ndihmëse.

Krahas këtyre lëvizjeve të cilat realizohen gjatë zhvillimit të procesit të prerjes, në raste të veçanta paraqitet nevoja edhe për lëvizje të caktuar plotësuese (afrimi dhe largimi i instrumentit).

Lëvizja kryesore - në esencë paraqet atë lëvizje të instrumentit ose copës përpunuese me të cilën sigurohet depërtimi i pykës prerëse në material, d.m.th. në procesin e largimit të ashklës. Shpejtësia me të cilën realizohet lëvizja kryesore, si madhësi kinematike, paraqet **shpejtësinë e prerjes** dhe shënohet me V . Te operacionet e përpunimit me prerje të cilat kryhen me instrumente me pykë prerëse të definuar shprehet në m/min ndërsa vetëm te operacioni i retifikimit shprehet me m/s.

Nëse lëvizja e punës realizohet si lëvizje rrethore, shpejtësia e prerjes do të paraqitet praktikisht si shpejtësi periferike e sipërfaqes e cila përpunohet ose instrumentit dhe do të jepet me shprehjet:

$$V = \frac{D \cdot \pi \cdot n}{1000} \text{ [m/min] ; gjegjësisht te retifikimi: } V = \frac{D \cdot \pi \cdot n}{60 \cdot 1000} \text{ [m/s]}$$

ku janë:

n [rr/min] - numri i rrotullimeve me të cilën realizohet lëvizja kryesore

D [mm] – diametri i copës përpunuese ose instrumentit.

Shprehja kuantitative e lëvizjes ndihmëse realizohet përmes lëvizjes së tehut prerës të instrumentit sipas numrit përkatës të cikleve të realizuara të lëvizjes kryesore. Madhësia e definuar në këtë mënyrë e lëvizjes ndihmëse, e cila paraqet një ndër elementet themelore të regjimit të prerjes, thjesht quhet **hap** (f). Shpeshherë lëvizja ndihmëse caktohet edhe me **shpejtësinë e lëvizjes ndihmëse** (Vn), e cila paraqet largimin e instrumentit në drejtim të përpunimit për një minutë (mm/min). Nëse lëvizja kryesore është rrethore, ndërmjet shpejtësisë së lëvizjes ndihmëse dhe hapit ekziston varësia: $Vn = a \cdot n$

Regjimet e prerjes, të cilat paraqesin kushtet me të cilat realizohet procesi i prerjes, përmbajnë **thellësinë e prerjes** (a), **hapin** (f) dhe **shpejtësinë e prerjes** (V) si elemente

themelore me të cilat praktikisht mund të drejtohet zhvillimi i procesit përpunues dhe përfitimi i karakteristikave projektuese dalëse të procesit.

Nga zgjedhja e madhësive themelore të regjimit të prerjes (f , a , V) në masë të madhe varen dukuritë fizike dhe dukuri të tjera në zonën e përpunimit me prerje, d.m.th. gjendja e procesit të përpunimit (qëndrueshmëria e instrumentit prerës, niveli i temperaturës, rezistencat e prerjes etj.) ku në masë të madhe ndikojnë në kualitetin e copës së përpunuar dhe me këto në shumicën e karakteristikave eksploatuese të njëjtit. Nga këto shkaqe rëndësi e veçantë i kushtohet zgjedhjes së elementeve të regjimit të prerjes.

2.3 Përpunimi me tornim

Përpunimi me tornim i cili realizohet në tornot e llojeve të ndryshme ka karakteristikë themelore që lëvizjen kryesore gjithmonë ta realizojë pjesa përpunuese si lëvizje rrotulluese të definuar me shpejtësinë e prerjes V . Varësisht nga drejtimit i realizimit të lëvizjes ndihmëse, tornimi mund të jetë gjatësor (fig. 2.3a) dhe ballor (fig. 2.3b).

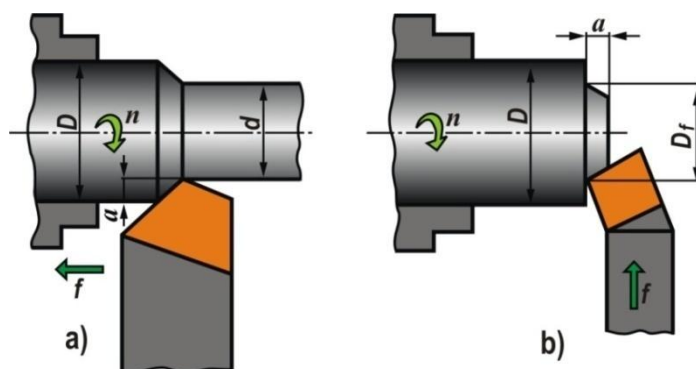


Fig. 2.3. Lëvizjet gjatë operacionit të tornimit:
a – tornimi gjatësor dhe b – tornimi ballor

Te tornimi gjatësor instrumenti realizon lëvizjen ndihmëse si lëvizje drejtvizore të karakterizuar me madhësinë e hapit f [mm/rr] e cila paraqet madhësinë e lëvizjes së thikës për kohën derisa copa përpunuese të rrotullohet për një rrotullim. Lëvizja ndihmëse është në drejtim të boshtit të copës përpunuese te përpunimi i sipërfaqeve cilindrike, në drejtim të realizimit të konicitetit, në qoftë se bëhet fjalë për përpunim të sipërfaqeve konike ose sipas vijës së konturës e cila përpunohet (te tornot kopjuese).

Te tornimi ballor, (fig.2. 3b) lëvizja ndihmëse është në drejtim perpendikular në boshtin e copës përpunuese dhe e realizon gjithashtu instrumenti prerës. Ndërsa te tornimi gjatësor shpejtësia e prerjes (V) gjatë tërë kohës së prerjes është konstante, te tornimi ballor është karakteristike që ajo ndërrohet në çdo çast, varësisht nga pozita e thikës, gjegjësisht nga diametri në të cilin realizohet përpunimi i cili në varësi të drejtimit të realizimit të lëvizjes ndihmëse, rritet ose zvogëlohet.

Te tornimi ballor diametri i përpunimit ndërron nga vlera maksimale (D) deri në zero ose anasjelltas, gjatë së cilës në mënyrë të njëjtë ndërron edhe shpejtësia e prerjes. Për dallim nga tornimi gjatësor ku shpejtësia e prerjes mbetet konstante gjatë tornimit për numër konstant të rrotullimeve ($n = const$), te tornimi ballorë shpejtësia e prerjes nuk është konstante, çka kushtëzon që procesi i prerjes të realizohet për çdo çast në mënyrë të ndryshme.

Forcat e prerjes

Dy janë shkaqe pse për kritere të përpunueshmërisë shfrytëzohen forcat e prerjes. I pari del nga definicioni i përpunueshmërisë i cili thotë se përpunueshmëria është lehtësim i përpunimit të ndonjë materiali që nënkupton se materiali nëpër të cilin instrumenti më lehtë depërton ka përpunueshmëri më të mirë. Shkaku i dytë është i lidhur me çmimin e përpunimit të ndonjë materiali. Pasi që forcat e prerjes janë të lidhura drejtpërdrejtë me fuqinë, e me vetë këtë edhe me shpenzimin e energjisë, me material më të mirë të përpunueshëm konsiderohet ai për përpunimin e të cilit shpenzohet më pak energji.

Edhe pse si kriter i përpunueshmërisë mund të merret edhe forca e hapit të prerjes më së shpeshti merret edhe forca kryesore e prerjes pasi që ajo mundëson depërtimin e instrumentit në material dhe me vetë këtë e përcakton shpenzimin e energjisë.

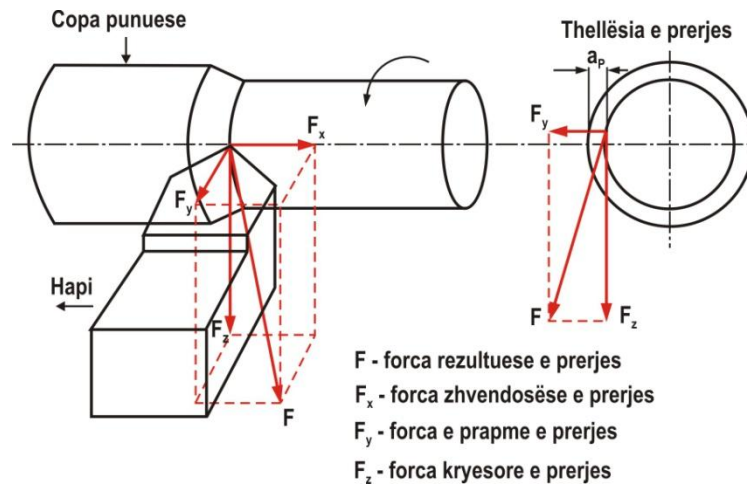


Fig. 2.4 Komponentet e forcës së prerjes te tornimi

Siç shihet në fig. 2.4 vektori i forcës rezultuese të prerjes ndahet në tri komponente të forcës së prerjes:

- F_x – forca e hapit (zhvendosjes) e prerjes e cila vepron në drejtim të lëvizjes së zhvendosjes së instrumentit,
- F_y – forca e prapme e prerjes e cila vepron në drejtimin normal në F_c dhe F_f .
- F_z – forca kryesore e prerjes e cila përputhet me drejtimin e vektorit të shpejtësisë kryesore të prerjes,

Forca rezultuese e prerjes llogaritet përmes shprehjes:

$$F_R = \sqrt{F_x^2 + F_y^2 + F_z^2}$$

3 INSTRUMENTET E PËRPUNIMIT ME PRERJE DHE MATERIALET E TYRE

Për realizimin e proceseve teknologjike të ndërlikuara gjatë përpunimit mekanik të pjesëve të ndërlikuara makinerike me prerje të cilat zbatohen në ndërtimin e makinave bashkëkohore, shfrytëzohet sasi e madhe e llojeve të ndryshme të instrumenteve prerëse. Nga zgjedhja e drejtë e instrumentit prerës, materialit dhe formës gjeometrike të tij, në masë të madhe varet prodhueshmëria dhe ekonomiciteti i përpunimit. Materiali i dedikuar për përpunimin e tehut prerës të instrumentit duhet të dallohet me veti të larta mekanike, rezistencë të madhe ndaj konsumit dhe temperaturave të larta si dhe vetive tjera. Në procesin e prerjes lajmërohen sforcime (ngarkesa) të larta mekanike dhe të nxehtësisë të cilat mund të sjellin deformime të llojeve të ndryshme dhe shkatërrimin e instrumentit prerës. Nën ndikimin e rezistencave të prerjes instrumenti i nënshtrohet sforcimeve të mëdha të ndërlikuara të cilave duhet tu rezistojë. Aftësia e instrumentit prerës që tu kundërshtojë të gjitha këtyre llojeve të ngarkesave dhe shkatërrimeve, e karakterizon qëndrueshmërinë e tij, e cila pos tjerash varet nga vetitë e materialit të instrumentit.

Aftësia e instrumentit prerës që të kryej funksionin e vet, mund të jetë e rrezikuar jo vetëm nga temperaturat e larta dhe ngarkesat e ndryshme gjatë prerjes, por edhe për shkak të proceseve tjera fizike, kimike dhe të tjera të cilat ndodhin në zonën e prerjes (adezioni, difuzioni, oksidimi etj.).

Siç është e njohur, me rritjen e temperaturës kemi rënie të karakteristikave mekanike të materialit, sidomos fortësia e cila është një ndër vetitë më kryesore. Në ndërtimin e makinave bashkëkohore, përdorim gjithnjë më të madh gjejnë çeliquet me qëndrueshmëri të madhe ndaj rezistencave dhe çeliquet zjarrduruese si dhe çeliquet termikisht të përpunuara të cilat më herët shumë vështirë dhe shumë rrallë janë përpunuar me prerje, ndërsa sot, duke iu falënderuar materialeve të reja për instrumente prerëse kjo mundësohet. Tendenca e rritjes së pjesëmarrjes së materialeve që vështirë përpunohen, në ndërtimin e makinave paraqet edhe kërkesa tjera nga instrumentet prerëse.

Që prej fillimit të shek. XX, si materiale për instrumente prerëse janë shfrytëzuar **çeliquet karbonike** për instrumente. Për shkak të rezistencës së tyre të ulët ndaj nxehtësisë dhe rezistencës ndaj konsumit, me instrumente prej këtyre çeliqueve kanë mundur të përpunohen çeliquet karbonike dhe hekuri i derdhur me shpejtësi shumë të vogla ($V=10\div 20$ m/min e

rrallëherë deri 30 m/min) edhe atë me resurse të ulëta të eksploatimit, prodhueshmëri dhe ekonomikitet të vogël. Gjatë kësaj ka ekzistuar varësi e ngushtë ndërmjet mundësive të regjimit të instrumenteve karbonike dhe nivelit teknik të makinave për instrumente. Konstruksionet e makinave metalprerëse nuk kanë qenë mjaft të ngurta, me transmetues me rripa dhe fuqi të vogla ngasëse ($2 \div 3 \text{ kW}$), ndërsa numrat e rrotullimeve nuk e kanë kaluar vlerën $300 - 500 \text{ rr/min}$.

Me fillimin e këtij shekulli është fituar çeliku i parë për instrumente me lidhje të larta i cili në vete përmban 18 % volfram (W), 4,5 % krom (Cr) dhe 1 % vanad (V). Në krahasim me çeliquet karbonike, ky çelik ka pasur veti dukshëm më të mira fiziko-mekanike, veçanërisht rezistencë ndaj konsumit në temperatura të larta që u ka mundësuar të prejnë me shpejtësi edhe $30 - 60 \text{ m/min}$. Duke iu falënderuar mundësive të prerjes me shpejtësi mjaftë të mëdha (edhe $2 \div 2,5$ herë) janë quajtur **çeliquet shpejtprerëse**. Për shkak të vetive të tyre të përshtatshme çeliquet shpejtprerëse gjithnjë e më tepër i kanë larguar nga përdorimi çeliquet karbonike për instrumente duke marrë vend udhëheqës në prodhimin e instrumenteve dhe e mbajnë deri më sot. Nga çeliku i parë shpejtprerës, zhvillimi i tyre ka shkuar në drejtim të përmirësimit të aftësive prerëse duke iu shtuar elemente tjera lidhëse në raporte të ndryshme, ashtu që janë prodhuar lloje të ndryshme të çeliqueve shpejtprerëse me spektër të gjerë të vetive prerëse. Krejt kjo ka mundësuar punimin e instrumenteve prerëse me kualitet të lartë, për prodhueshmëri dhe ekonomikitet të lartë të përpunimit të çelikut dhe hekurit të derdhur me shpejtësi të prerjeve të ulëta, të mesme dhe të larta.

Kah vitet e njëzeta të shek. XX, si pengesë kryesore e shfrytëzimit të plotë të vetive të volitshme të çeliqueve shpejtprerëse ka qenë niveli i ulët teknik i makinave metalprerëse. Është paraqitur nevoja që makinat metalprerëse me fuqi dhe numër të rrotullimeve të vogël të zëvendësohen me të reja me karakteristika dinamike dhe eksploatuese më të mira.

Në fig. 3.1 është paraqitur nomenklatura e materialeve për instrumente të renditura sipas parimit të varësive të traditës ndërmjet qëndrueshmërisë gjithnjë më të madhe ndaj konsumit ose rezistencave së nxehtësisë dhe qëndrueshmërisë së materialit.

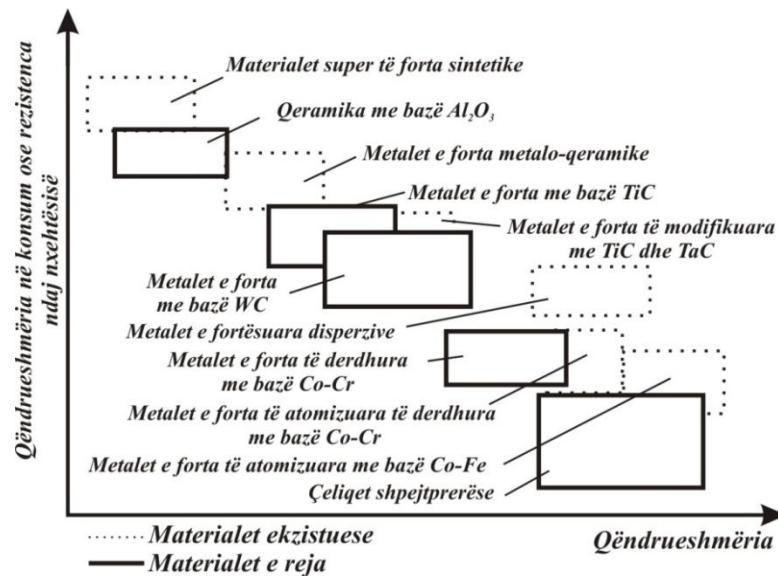


Fig. 3.1. Ndërvarësia e qëndrueshmërisë në konsum ose rezistencave ndaj nxehtësisë dhe qëndrueshmëria e disa materialeve të instrumenteve

Zhvillimin modern i materialeve prerëse para së gjithash e karakterizon rëndësinë për aplikim maksimal të llojeve të materialeve të veçanta specifike e po ashtu edhe përpunimin e regjimeve optimale për materialet konkrete të përpunuara nga një anë dhe përfitimin e materialeve universale nga ana tjetër. Ashtu zhvillimi i çelieqeve shpejtprerëse shkon në drejtim të rritjes së rezistencës së konsumit dhe qëndrueshmërisë në nxehtësi përderisa krahas zhvillohen edhe metale të atilla të forta të cilat me rritjen e shtalbësisë u afrohen fushës së aplikimit të çelieqeve shpejtprerëse.

3.1 Vetitë fiziko-mekanike të materialeve për instrumente prerëse

Karakteristikat dalëse kualitative të procesit përpunues mund të përfitohen me aplikimin e instrumentit prerës me aftësi përkatëse prerëse të cilat mund të sigurohen vetëm në rastin nëse pjesa prerëse e tij është e punuar nga materiali i cili posedon një kompleks të vetive fiziko-mekanike. Nga kompleksi i vetive të cilat janë të rëndësishme për materiale të instrumenteve veçohen:

- fortësia;
- qëndrueshmëria;
- rezistenca ndaj nxehtësisë;
- shtalbësia;

- përçueshmëria e nxehtësisë;
- koeficienti i fërkimit dhe
- rezistenca në konsum.

Fortësia. Që tehu prerës i instrumentit të mund të depërtojë në materialin përpunues duhet që para së gjithash të ketë fortësi të madhe. Fortësia e materialeve të instrumenteve është veti e çdo materiali gjatë përfitimit të tij, ndërsa mund të arrihet edhe me përpunim special plotësues. Ashtu disa instrumente më parë përpunohen me prerje e pastaj i nënshtrohen përpunimit termike, retifikimit dhe mprehjes. Me përpunim termik materialit dukshëm i rritet qëndrueshmëria dhe fortësia. Te instrumentet të përpunuara nga çeliku shpejtprerës puna më stabile dhe konsum më i vogël i tehut prerës fitohet gjatë fortësisë prej 64÷65 HRC. Gjatë fortësive më të vogla rritet konsumi i teheve prerës ndërsa gjatë fortësive më të mëdha vjen deri te kërcitja e tehut prerës për shkak të brishtësisë së madhe.

Metalet e forta, qeramika minerale dhe materialet sintetike për instrumente kanë fortësi të madhe e cila në masë të madhe e tejkalon fortësinë e çelikut me përpunim termik për instrumente. Varësisht nga fortësia e materialit të instrumentit, të njëjtit shfrytëzohen për përpunimin e materialeve me fortësi deri në kufirin e caktuar. Kështu mund të thuhet se çeliquet konstruktive me fortësi 30÷35 HRC me sukses përpunohen me instrumente nga çeliku për instrumente me fortësi 63÷64 HRC, d.m.th. gjatë raportit të dyfishtë të fortësisë. Çeliquet me përpunim termik me 45÷55 HRC mund të përpunohen me metale të forta derisa kjo nuk është e mundur me çelique për instrumente.

Qëndrueshmëria. Pasi që gjatë prerjes në pjesën prerëse të instrumentit ndikojnë forca mjaftë të mëdha duke krijuar sforcime të mëdha dhe të komplikuar, materiali i instrumentit duhet patjetër të ketë qëndrueshmëri përkatëse e cila e siguron instrumentin nga shkatërrimi.

Nga të gjitha materialet të cilat shfrytëzohen për instrumente prerëse raport më të përshtatshëm të qëndrueshmërisë kanë çeliquet për instrumente të cilat raporti i qëndrueshmërisë në përkulje dhe tërheqje është i barabartë me 1,3÷1,6, ndërsa raporti i qëndrueshmërisë në shtypje dhe tërheqje është 1,6÷2,0. Vetitë e këtyre çeliqueve për instrumente mundësojnë shfrytëzimin e suksesshëm të tyre gjatë përpunimit me ngarkesa të ndryshme dhe të komplikuar.

Karakteristikë e metaleve të forta, qeramikës minerale dhe materialeve sintetike për instrumente dhe diamanteve është që të mund të durojnë sforcime të dukshme në shtypje derisa qëndrueshmëria e tyre në përkulje është shumë e vogël. Fusha e qëndrueshmërisë në

tërheqje megjithatë u është aq e vogël, ashtu që aspak nuk lejojnë përpunim me prerje të cilin në instrument paraqiten sforcimet në tërheqje.

Pasi që në procesin e prerjes së metaleve lirohet sasi e madhe e nxehtësisë, në tehun prerës mbizotërojnë temperature shumë të larta të cilat sjellin në zbutjen e materialit dhe shpejtimit të konsumit. Nga ky shkak është me rëndësi që temperatura kritike e materialit të instrumentit prerës (temperatura gjatë së cilës vjen deri te rënia e dukshme e fortësisë) të jetë mundësisht sa më e madhe.

Rezistenca e nxehtësisë. Është e njohur që materialet të cilat përdoren për instrumente prerëse e ruajnë fortësinë e tyre deri në temperaturën e caktuar (θ_k), e cila paraqet temperaturën kritike. Me nxehtë deri te kjo temperaturë praktikisht nuk vjen deri te ndërrimi struktural i materialit. Megjithatë, gjatë nxehtësimit mbi temperaturën kritike në materialin për instrumente paraqiten ndryshime strukturale dhe në pajtime me këtë edhe zvogëlimi i fortësisë. Temperatura kritike (θ_k) deri te e cila nuk ndërron fortësia e materialit (ose ndërron pak) praktikisht përcakton vetinë e rezistencës së nxehtësisë. Materialet e ndryshme për instrumente kanë rezistenca të nxehtësisë të ndryshme të cilat sillen në kufij të gjerë (nga 220 deri 1800°C, duke shkuar prej çeliqueve karbonike nga materialet sintetike për instrumente).

Në fig. 3.2 është dhënë ndryshimi i fortësisë të më tepër llojeve të materialeve për instrumente prerëse me temperaturën.

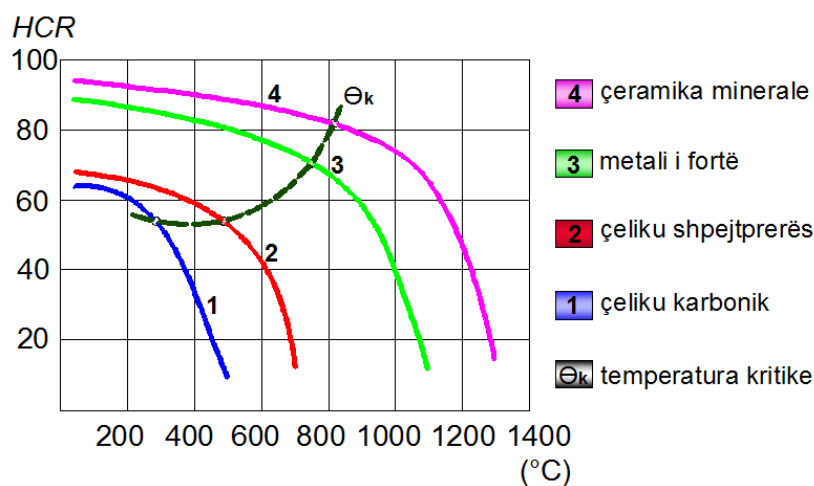


Fig. 3.2. Ndryshimi i fortësisë së materialeve të instrumenteve me temperaturën: 1-çeliku karbonik për instrumente me $R_m = 200 \text{ KN/cm}^2$; 2-çeliku shpejtprerës me $R_m = 300 \text{ KN/cm}^2$; 3 - metali i fortë me $R_m = 150 \text{ KN/cm}^2$; - qeramika minerale me $R_m = 35 \text{ KN/cm}^2$

Përçueshmëria e nxehtësisë. Është gjithashtu një nga vetitë kryesore e materialeve për prerje. Me përmirësimin e kushteve të bartjes së temperaturës nga zona e prerjes (gjegjësisht nga pyka prerëse e tehut të tij) përmirësohen edhe karakteristikat e tij tribologjike, gjegjësisht aftësitë e prerjes. Gjatë kësaj temperaturat në sipërfaqet kontaktuese në instrumentin prerës do të jenë më të ulëta për aq sa sasi më e madhe nga pyka prerëse bartet përmes trupit të instrumentit prerës. Përçueshmëria e temperaturës së materialeve për instrumente para së gjithash varet nga përbërja kimike dhe nga temperatura e nxehtësisë.

Në figurën 3.3 janë dhënë varësitë e përçueshmërisë së temperaturës (λ) nga temperatura (θ) për disa lloje të çeliqueve shpejtprerëse, të fituara në mënyrë eksperimentale. Shihet se përçueshmëria e çeliqueve shpejtprerëse rritet me rritjen e temperaturës deri 650-750 °C, ndërsa bie me rritjen e mëtejshme të temperaturës.

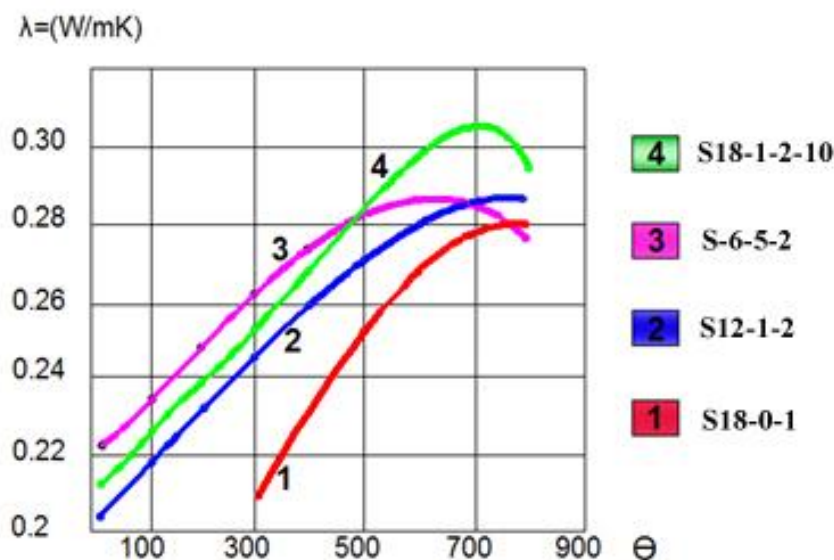


Fig. 3.3. Varësia e përçueshmërisë së nxehtësisë të çelikut shpejtprerës nga temperatura:

1- S18-0-1; 2- S18-1-2-10; 3- S-6-5-2; 3- S12-1-2

3.2 Çeliquet shpejtprerëse

Çeliquet shpejtprerëse janë çelique për instrumente me lidhje të larta të cilat përmbajnë përqindje më të madhe të elementeve të lidhura: volfram (W), molibden (Mo), vanad (V) dhe kobalt (Co). Karakteristikat themelore të çelikut shpejtprerës që përcaktojnë aftësinë prerëse të instrumenteve (fortësia dhe rezistenca në konsum gjatë temperaturës normale dhe të

ngritur) varen nga përbërja kimike të strukturës së çelikut. Gjatë kësaj rezistenca në konsum në masë më të madhe varet nga përbërja, madhësia dhe shpërndarja e karbitit të elementeve të lidhura në strukturën e çelikut shpejtprerës.

Prodhimi i çeliqueve shpejtprerëse bëhet me shkrirje në furra elektrike ndërsa përpunimi i mëtejshëm i blloqeve të derdhura bëhet me farkëtim dhe rrokullisje. Nga copat e farkëtuara ose të rrokullisura instrumentet më tutje përpunohen më së shpeshti me mënyra të përpunimit me prerje krahas përpunimit termik i cili përbëhet nga një varg fazash: nxehja shumëshkallëshe, kalitja dhe lëshimi, pas së cilës kryhet përpunimi përfundimtarë me retifikim. Gjatë kësaj përpunimi termik dhe përpunimi përfundimtar me retifikim në shkallë të dukshme ndikojnë në kualitetin e instrumentit. Mënyra e përpunimit të instrumenteve nga çeliku shpejtprerës me derdhje (pa përpunim paraprak me prerje) zbatohet te përpunimi i instrumenteve të cilët punojnë në kushte të vështira dhe nuk ka rendësi praktike të madhe.

Tabela 3.1. Grupet kryesore të çeliqueve shpejtprerëse dhe përbërja e tyre kimike

Grupi i çeliqueve	Llojet e çeliqueve			Përbërja kimike në (%)						Kushtet e përpunimit	
	DIN	JUS	GOST	C	Cr	W	Mo	V	Co	i mesëm	i rendë
18% W	S18-0-1	Č6880	R 18	0,75	3,2	18	-	1	-	+	-
	S18-1-2-5	Č6980	R18F2K5	0,8	3,2	18	0,85	1,5	3,75	-	+
	S18-1-2-10	Č9782	-	0,75	3,2	18	0,85	1,5	9,5	-	+
12% W	S12-1-2	Č6882	-	0,9	3,2	12	0,85	2,5	-	-	+
	S12-1-3	Č6881	R13F3	1,25	3,2	12	0,85	3,75	-	-	+
	S12-1-3-5	Č9781	R10F5K5	1,3	3,2	12	0,85	3,75	3,75	-	+
	S12-1-2-5	Č6881	R9F2K5	0,8	3,2	12	1,25	1,85	3,75	-	+
6% W + 5% Mo	S-3-3-2	Č8780	-	0,95	3,2	3	2,75	2,5	-	+	-
	S-6-5-2	Ç7680	P6M3	0,85	3,2	6,5	5	1,9	-	+	-
	S-6-5-2-5	Č9780	-	0,85	3,2	6,5	5	1,9	3,75	+	+
	S10-3-3-10	Č9783	-	1,2	3,2	10	3	3,25	10,5	-	++
2% W + 9% Mo	S2-9-1	Č7880	-	0,82	3,85	1,75	8,6	1,15	-	-	+
	S2-9-2-8	--	-	0,9	3	1,75	8,5	2	8,25	-	++
	S2-9-2-5	--	-	0,95	3	1,75	8,5	2	3,75	-	+

Zhvillimi i çelikut shpejtprerës pas luftës së dytë botërore ka shkuar kryesisht në drejtim të zvogëlimit të W dhe rritjes së Mo dhe Co. Çeliquet me përmbajtje të madhe të W dhe Co kanë ngurtësi dhe fortësi të ndryshme në krahasim me çeliquet që kanë përmbajtje të rritur të Mo çka qartë shihet nga diagrami i varësisë së ngurtësisë dhe fortësisë të disa çeliqueve shpejtprerëse të dhënë në figura 3.4.

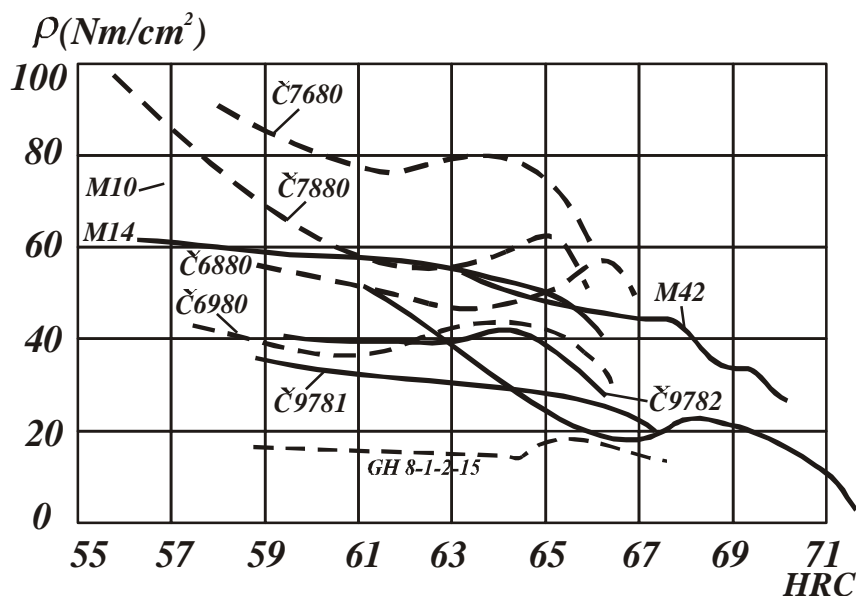


Fig. 3.4. Varësia e ngurtësisë së çeliqueve shpejtprerëse nga fortësia

3.3 Metalet e forta

Metalet e forta për instrumente prerëse fitohen me anë të presimit të përzjerjes së pluhurit të karbitit WC, TiC, TaC, NbC dhe kobaltit Co si mjet lidhës dhe me sinterim në atmosferë mbrojtëse ose vakum në temperaturë prej 1300÷1600 °C. Përmbajtja e karbitit në metalet e forta sillet në kufijtë prej 80÷95 % dhe kobaltit 5÷20 %.

Vetitë fiziko-mekanike të metaleve të forta (fortësia, ngurtësia, qëndrueshmëria e nxehtësisë, rezistenca në konsum etj.) mund të ndryshohen në kufi relativisht të gjerë dhe kryesisht varen nga përmbajtja dhe struktura e metalit të fortë. Disa veti janë të varura ndërmjet veti. Ashtu të themi gjatë rritjes së fortësisë bien ngurtësia dhe anasjelltas. Vetitë e metaleve të forta gjatë prodhimit të tyre rregullohen sipas kushteve të punës në të cilat ato duhet të prejnë. Në tabelën 2.2 është dhënë varësia e vetive të metaleve të forta të cilat e kushtëzojnë aftësinë prerëse të instrumentit në varësi të përmbajtjes së tyre.

Tabela 3.2. Vetitë e metaleve të forta të kushtëzuara nga përbërja e tyre

REZISTENCA NË:	Aq më i madh është për sa është përmbajtja më e madhe:	Aq më i madh është për sa është përmbajtja më e vogël:
konsum në sipërfaqen e prapme	WC	Co, TiC, TaC
konsum në sipërfaqen e përparme	TiC, TaC	Co
oksidim të tehut ndihmës	TiC, TaC	
paraqitjen e rritjeve në tehun prerës	TiC	
sforcime të ndryshme termike	TaC (TiC+TaC)	
sforcime goditëse	Co	TiC, TaC
deformim plastik		Co

Kryesisht metalet e forta mund të ndahen në dy grupe: WC–Co (volfram - kobaltike) - të cilat shfrytëzohen gjatë përpunimit të materialeve të forta dhe të brishta të cilat kryesisht formohet ashkla e shkëputur (giza e hirtë dhe materiale të ngjashme); dhe WC-TiC(TaC)-Co (volfram - titan - kobaltike) të cilat aplikohen gjatë përpunimit të materialeve me ngurtësi më të madhe të cilat formohet ashkla shiritore (çelinqet etj.).

Materialet e forta me bazë volfram karbiti (grupi i parë) kanë ngurtësi më të madhe mirëpo rezistencë në nxehtësi diçka më të vogël.

3.4 Faktorët të cilët mundësojnë prerje të mirë dhe shkallë të lartë të shfrytëzimit të instrumentit prerës

1. këndet e prerjes,
2. profili ase forma gjeometrike e tehut prerës,
3. mprehja e rregullt – p.sh, mënyra e zgjedhjes së gurit retifikues,
4. kualiteti i tehut prerës – p.sh. . mprehja dhe pastërtia e tehut prerës,
5. zgjedhja e drejtë e materialit të tehut prerës,
6. vendosja e drejtë e regjimeve të prerjes – p.sh. thellësia e prerjes, hapi dhe shpejtësia e prerjes,

7. përpunimi i drejtë në nxehtësi i tehut prerës nga çeliku shpejtprerës ose çelikut për instrumente prerëse,
8. zgjedhja e drejtë e llojit të pllakës prerëse nga metali i fortë,
9. ftohja e drejtë gjatë përpunimit, ku është i nevojshëm, 10 ... 14 l/min,
10. përcaktimi i shpejtësisë më ekonomike të prerjes,
11. përcaktimi i afatshërbimit më ekonomik të qëndrueshmërisë së instrumentit prerës.

3.5 Gjeometria e pjesëve prerëse

Të gjitha instrumentet prerëse, pavarësisht nga lloji i përpunimit për të cilin shfrytëzohen, kanë pjesën e cila shërben për vendosje dhe shtrëngim në pajisjet përkatëse të makinës metalprerëse (mbajtësi i instrumentit) dhe pjesën e cila shërben për prerje, gjegjësisht pjesën prerëse.

Pjesa e instrumentit e cila shërben për shtrëngimin e tij në makinën metalprerëse ka formë dhe madhësi varësisht nga lloji dhe tipit të instrumentit dhe punohet ose nga materiali i njëjtë – së bashku me tehun prerës, ose nga materiali i ndryshëm (zakonisht konstruktiv) varësisht nga lloji i instrumentit, lloji i materialit të pjesës prerëse, madhësisë dhe formës së instrumentit, teknologjisë së përpunimit etj. Përveç rolit themelor të trupit të instrumentit (që i njëjti të shtrëngohet në mbajtës) ai ka rol të pranojë dhe të bartë të gjitha ngarkesat (forcat e prerjes) në makinë, gjatë së cilës ngurtësia e saj duhet të jetë e kënaqshme.

Rëndësi më të madhe në përpunimin me prerje ka pjesa prerëse e instrumentit duke marrë parasysh që nga forma e tij, gjeometria, materialit etj. në masë të madhe varet zhvillimi i procesit të prerjes, të gjitha dukuritë fizike dhe të tjera që lajmërohen në te por edhe efektet e fundme të tij të shprehura përmes parametrave të kualitetit të copës përpunuese. Nga këto shkaqe në shqyrtim dhe studim në kuadër të përpunimit të metaleve me prerje rëndësi më të madhe i jepet kësaj pjese të instrumentit.

Pjesa prerëse e instrumentit përbëhet nga një ose më tepër elemente prerëse specifike konstruktive të cilat heqin – prej një njëkohësisht materialin ose njërin pas tjetrit.

Në çdo element të instrumentit prerës dallojmë **sipërfaqen e përparme** nëpër të cilën bartet dhe largohet ashkla dhe një ose më shumë **sipërfaqe të prapme** (fig. 2.14). Sipërfaqet e prapme në instrument janë të kthyera kah sipërfaqja e prerjes ose sipërfaqes së përpunuar.

Njëra nga sipërfaqet e prapme quhet sipërfaqja **kryesore e prapme** dhe kjo është e kthyer kah sipërfaqja e prerjes ndërsa në prerje me sipërfaqen e përparme kjo formon **tehun prerës**. Në prerjen e sipërfaqes së përparme dhe sipërfaqes së prapme ndihmëse gjendet tehu prerës ndihmës. Varësisht nga forma e sipërfaqes së përparme dhe të prapme tehu prerës mund të jetë vijë e drejtë, e lakuar ose të ketë formën e vijës së thyer.

Trupi i cili kufizohet me sipërfaqen e përparme dhe të prapme të pjesës prerëse të instrumentit paraqet **pykën prerëse** me të cilën gjatë depërtimit nëpër material realizohet prerja. Në prerje të tehut kryesor dhe ndihmës gjendet **kulmi i instrumentit**.

Pyka prerëse e instrumentit asnjëherë nuk është me mprehtësi ideale prandaj kësi tehu i definuar prerës paraqet vetëm vijën gjeometrike të imagjinuar. Megjithatë, shpeshherë me tehun prerës nënkuptojmë pjesën e pykës prerëse përafërsisht rreth prerjes së sipërfaqes së përparme dhe të prapme.

Këto definime të elementeve themelore të instrumentit më mirë shihen te thikat tornuese (fig. 3.5) edhe pse janë prezent te të gjitha instrumentet prerëse.

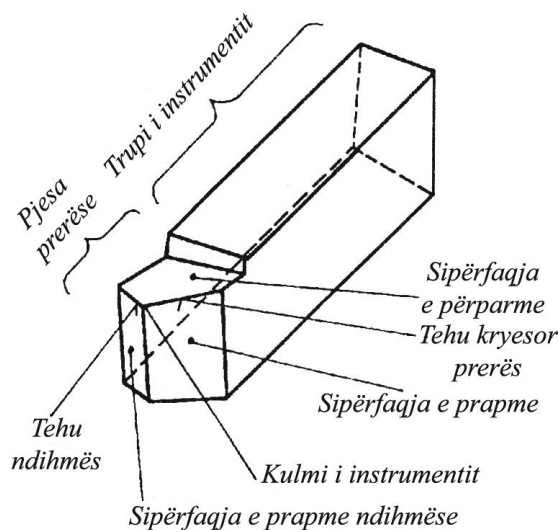


Fig. 3.5. Elementet themelore të instrumenteve prerëse

3.6 Gjeometria statike e instrumenteve prerëse

Çdo instrument prerës duhet të plotësojë kushtet e caktuara në shikim të karakteristikave të materialit, formës së madhësisë, qëndrueshmërisë etj., por njëkohësisht është shumë me rëndësi që të ketë edhe gjeometri të përshtatshme të pjesës prerëse.

Instrumenti si edhe të gjitha elementet tjera makinerike prodhohen në bazë të dokumentacionit teknik të përgatitur përpara të definuar me të gjitha detalet e nevojshme. Me qëllim të përpunimit adekuat si dhe kontrollit së instrumentit prerës në vizatimet e punëtorisë gjithashtu definohet edhe gjeometria e plotë e pjesës prerëse e vërtetuar në bazë të kushteve konkrete të përpunimit në operacionin e dhënë. Parametrat gjeometrik kështu të definuar quhen edhe **parametra statike**. Shumë parametra të definuar në këtë mënyrë ndërrohen në procesin e përpunimit në radhë të parë përmes kinematikës së prerjes prandaj edhe quhen **parametra kinematik**.

Që të definohet gjeometria themelore statike e pjesës prerëse të instrumentit do të shqyrtojmë thikën për tornim me vërejtje se të gjithë parametrat në të njëjtën mënyrë definohen edhe të gjitha llojet tjera të instrumenteve (nëse te ato paraqiten).

Definimi i parametrave gjeometrik të pjesës prerëse të instrumentit realizohet në marrëdhënie me rrafshin në të cilin shtrihet instrumenti prerës dhe i cili quhet **rrafshi themelor** (fig. 3.6).

Rrafshi i cili tangon rrafshin prerës dhe në të cilin shtrihet tehu prerës e quajmë **rrafsh prerës** në marrëdhënie me të cilin gjithashtu definohen parametrat e caktuar gjeometrik.

Në marrëdhënie me projeksionin ortogonal të instrumentit në rrafshin themelor si dhe prerjeve të caktuara në të njëjtin, definohen parametrat e vijues (fig. 3.6b):

K ë n d i s u l m u e s (χ) definohet si kënd ndërmjet projeksionit të tehut kryesor prerës në rrafshin themelor dhe drejtimit të lëvizjes ndihmëse.

K ë n d i n d i h m ë s s u l m u e s (χ_1) paraqet këndin ndërmjet projeksionit të tehut ndihmës prerës në rrafshin themelor dhe drejtimit të lëvizjes ndihmëse.

K ë n d i i k u l m i t t ë instrumentit (ε) është këndi ndërmjet projeksionit të tehut prerës kryesor dhe ndihmës në rrafshin themelor.

Në bazë të definicioneve të mëparshme rrjedh edhe relacioni:

$$\chi + \chi_1 + \varepsilon = 180^\circ$$

Tehu kryesor prerës mund të jetë paralel me rrafshin themelor ose të kthyer nën ndonjë kënd në marrëdhënie me te. Këndi i cili e përcakton pozitën e tehut prerës në marrëdhënie me rrafshin themelor është **këndi i pjerrësisë** së tehut prerës dhe mund të ketë madhësi të ndryshme, ndërsa shënohet me λ .

Nëse maja e instrumentit është pjesa më e larguar e tehut prerës nga rrafshi themelor, këndi i pjerrësisë së tehut prerës trajtohet negativ ($\lambda < 0$) (fig. 3.7c). Në rastin kur kulmi e instrumentit është pjesa më e afërt e tehut prerës ndaj rrafshit themelor, atëherë merret se $\lambda > 0$ (fig. 3.7a) derisa $\lambda = 0$ (fig. 3.7b) nëse tehu prerës është paralel me rrafshin themelor.

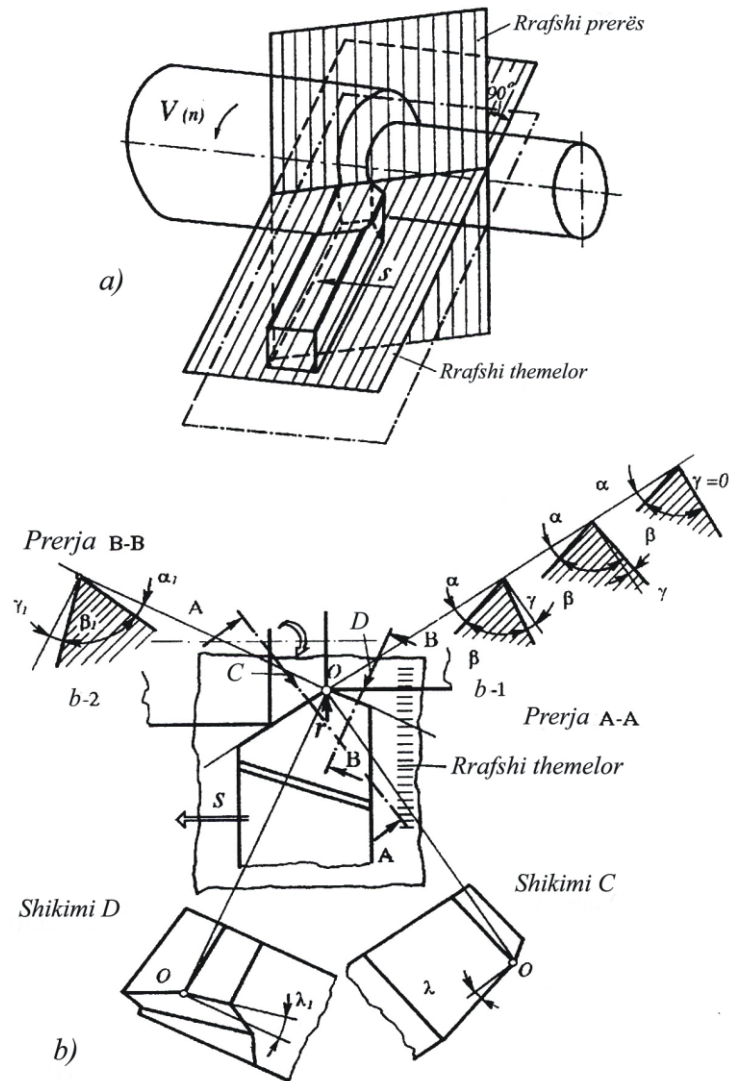


Fig. 3.6. Pozita e rrafshve në marrëdhënien e të cilave definohet gjeometria (a) dhe parametrat themelor gjeometrik të instrumenteve (b)

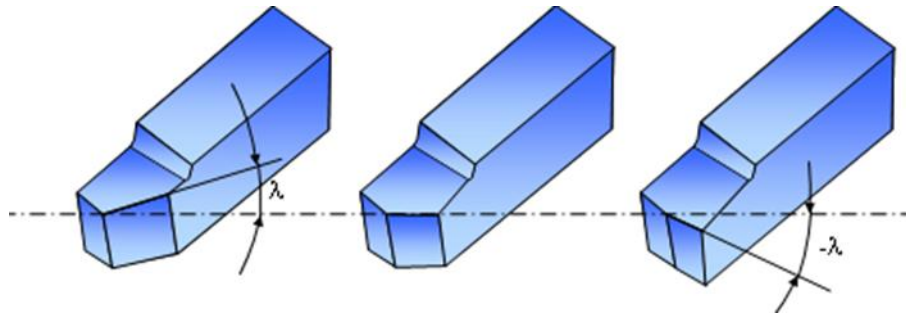


Fig. 3.7. Pozita e tehut prerës në marrëdhënie me rrafshin themelor: $\lambda > 0$, $\lambda = 0$ dhe $\lambda < 0$

4 KUALITETI I SIPËRFAQES SË PËRPUNUAR

Procesi i përpunimit me prerje përcillet me qëllim të përfitimit të pjesës së caktuar – copës së përpunuar me karakteristika të caktuara të kualitetit. Kualiteti i copës së përpunuar në esencë paraqet tregues kompleks dhe është në funksion të kualitetit të pjesës së konstruksionit, kualitetit të sistemit përpunues, të procesit të përpunimit të projektuar, kualitetit të materialit dhe faktorëve të tjerë.

Prej kualitetit të copës së përpunuar në masë të madhe varen vetitë e tij eksploative si dhe vetitë e konstruksionit të tërë në të cilën ai ndërtohet.

Për arritjen e nivelit të caktuar të kualitetit duhet të arrihet kualitet përkatës i përpunimit i cili përfshin:

- I – saktësinë e përpunimit;
- II – kualitetin e sipërfaqeve të përpunuara.

I. Saktësia e përpunimit në esencë paraqet përputhshmërinë e copës së përpunuar me etalonin e definuar paraprakisht dhe më e madhe është nëse ajo përputhshmëri është më e madhe dhe anasjelltas. Njëkohësisht saktësia e përpunimit përfshin:

- a) – saktësinë e formës së sipërfaqes;
- b) – saktësinë e masave;
- c) – saktësinë e pozitës ndërmjet sipërfaqeve.

a) **Saktësia e formës** së sipërfaqes vlerësohet me përputhshmërinë e sipërfaqes së përpunuar me gjeometrinë përkatëse të sipërfaqes. Shmangiet nga forma e dhënë – format gjeometrike të sipërfaqes mund të jenë të ndryshme, varësisht nga forma e sipërfaqes (koniciteti, ovaliteti, lakueshmëria e boshtit etj.) (fig. 4.1). Kësi shmangiesh të formës së sipërfaqes paraqesin në realitet shmangiet makrogjeometrike.

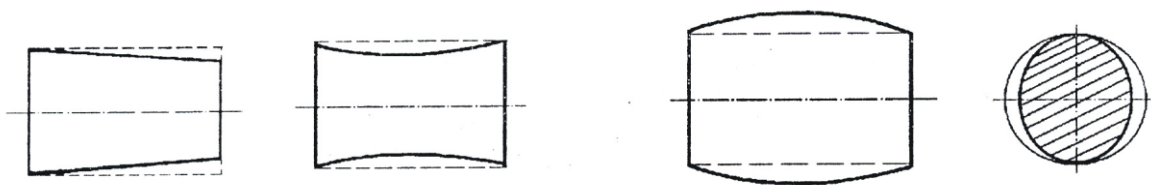


Fig. 4.1. Shembuj të shmangieve të sipërfaqeve të përpunuara nga forma gjeometrike ideale

b) **Saktësia e pozitës ndërmjet sipërfaqeve** definohet me shmangie përkatëse nga pozita e dhënë nominale. Këto zakonisht janë shmangie nga paraleliteti i dhënë, normaliteti, aksialiteti etj.

c) **Saktësia e masës** paraqet sistemin e përputhshmërisë së masave të krijuara në copën e përpunuar me masën e parashkruar – masën nominale.

Shmangia nga format e parashkruara, pozitës së sipërfaqeve dhe masës janë pasojë e gabimeve të caktuara të përpunimit të cilat varen nga: saktësitë geometrike të elementeve të sistemit përpunues, deformimet elastike të elementeve të sistemit përpunues, konsumi i instrumentit, deformimet nga temperatura dhe faktorët tjerë.

II **Kualiteti i sipërfaqeve të përpunuara** përfitohet në procesin e përpunimit si rezultat i veprimit të instrumentit prerës dhe rrethinës në materialin e përpunimit. Me kualitetin e sipërfaqes së përpunuar nënkuptojmë si gjeometrinë e saj në pjesën e kufizuar ashtu edhe karakteristikat e materialit nën te (shtresa defekte). Treguesit e kualitetit të sipërfaqeve të përpunuara përfshijnë:

- valëzimin e sipërfaqeve;
- ashpërsinë e sipërfaqeve dhe drejtimin e gjurmëve të përpunimit;
- vetitë fizike-mekanike të shtresës sipërfaqësore.

Valëzimi i sipërfaqeve paraqet jo rrafshinat në sipërfaqen e përpunuar të cilat paraqiten si valëzime (valë) me lartësi dhe hap përafërsisht të barabartë në drejtim të caktuar. Gjatë kësaj me sipërfaqe të valëzuar nënkuptohet ajo sipërfaqe ku raporti ndërmjet hapit të valëve S_v dhe lartësisë H_v është më i madh se 40 ($S_v/H_v > 40$) (fig. 4.2).

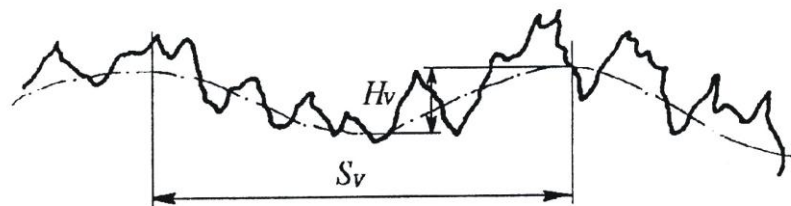


Fig. 4.2. Forma e profilit të sipërfaqes së përpunuar me valëzime

Me **ashpërsi** të sipërfaqeve të përpunuara nënkuptojmë jo rrafshinat në gjatësinë e caktuar të vogël (gjatësia referente) në drejtimin e caktuar. Ashpërsia e sipërfaqeve lajmërohet në dy drejtime: në drejtim të lëvizjes kryesore (I) dhe në drejtim të lëvizjes ndihmëse (II). Jo rrafshinat të cilat krijohen në drejtim të lëvizjes kryesore kryesisht varen nga procesi i ndarjes

së ashklave, krijimit të rritjes, vibrimeve etj. dhe vështirë përshkruhen matematikisht. Madhësitë e këtyre jo rrafshinave janë dukshëm më të vogla nga jo rrafshinat në drejtim të lëvizjes ndihmëse të cilat krijohen kryesisht si pasojë e prerjes kinematike dhe gjeometrisë së instrumentit (fig. 4.3).

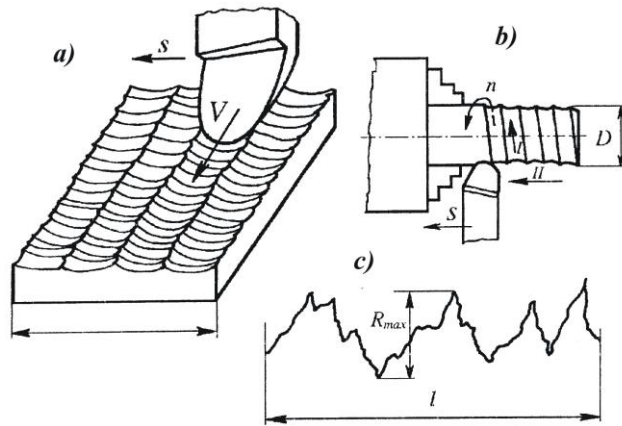


Fig. 4.3. Jo rrafshinat në sipërfaqen e përpunuar

Parametrat e ashpërsisë së sipërfaqeve së përpunuara definojnë në bazë të profilogramit i cili paraqet profilin e rritur të sipërfaqes së ashpër në gjatësinë e caktuar referente l (fig. 4.4). Gjatësia referente l varet nga madhësia e jo rrafshinave dhe zgjidhet ashtu që të përfshijë më së paku pesë ngritje dhe pesë gropëzime. Gjatë kësaj duhet të kemi parasysh që me rritjen e gjatësisë referente fitojmë saktësi më të madhe të parametrave të ashpërsisë por njëkohësisht rritet ndikimi i valëzimit në rezultatet e matjeve.

Parametrat e ashpërsisë janë të definuar me standarde internacionale dhe nacionale e më të rëndësishëm prej tyre janë si në vijim:

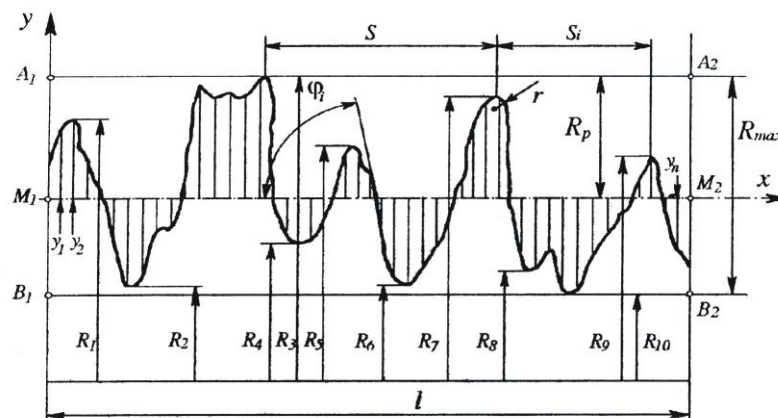


Fig. 4.4. Profilografi i sipërfaqes së përpunuar në gjatësinë referente dhe parametrat e ashpërsisë

Vija mesatare e profilit (M_1M_2) paraqet vijën kryesore të bazës së profilit nominal dhe përcaktohet ashtu që në fushën e gjatësisë referente l katrori mesatar i shmangies së profilit nga ajo vijë (y_1, y_2, \dots, y_n) të jetë minimal.

Vija e majeve të profilit (A_1A_2) është vija ekuivalente e vijës së mesit dhe e cila kalon nëpër pikën më të lartë të profilit në gjatësinë referente.

Vija e thellimit të profilit (B_1B_2) është ekuivalente me vijën e mesit dhe kalon nëpër pikën më të ulët të profilit në gjatësinë referente.

Në bazë të kësaj vije definohen edhe parametrat themelorë të lartësisë së ashpërsisë edhe atë:

Lartësia maksimale e jo rrafshinave (R_{max}) është e definuar me distancën ndërmjet vijave A_1A_2 dhe B_1B_2 , gjegjësisht distancën ndërmjet pikës më të lartë dhe më të ulët të profilit.

Lartësia mesatare e jo rrafshinave (R_z) paraqet ndryshimin ndërmjet vlerës mesatare aritmetike të pesë pikave më të larta dhe pesë më të ulëta profilit në kufijtë e gjatësisë referente ndërsa të cilat janë të matura në mënyrë arbitrare nga drejtëzat paralele me vijën mesatare M_1M_2 .

$$R_z = \frac{(R_1 + R_3 + \dots + R_9) - (R_2 + R_4 + \dots + R_{10})}{5}$$

Shmangia mesatare aritmetike e profilit (R_a) paraqet ndryshimin ndërmjet vlerës mesatare aritmetike të distancës së vlerave absolute të gjitha pikave të profilit efektiv në kufijtë e gjatësisë referente l dhe është e definuar me shprehjet:

$$R_a = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i \quad \text{gjegjësisht} \quad R_a = \frac{1}{l} \int_0^l |Y| \cdot dx$$

ku janë: y_i – distanca e pikave të profilit nga vija mesatare e profilit;

Y – funksioni i lakores së profilit $Y=Y(x)$,

n – numri i pikave të shqyrtuara në profilin nga i cili maten distancat y_i (për numër më të madh të pikave n fitohen vlera më të sakta për R_a).

Në bazë të këtyre tre parametrave të lartësisë, me standarde janë përcaktuar klasat e ashpërsisë së sipërfaqes të ndara në 12 kategori sipas madhësive R_{max} , R_z dhe R_a (Tabela 4.1).

Në sipërfaqet të cilat përpunohen me prerje në vizatime ashpërsia e sipërfaqes shënohet sipas fig. 4.5.

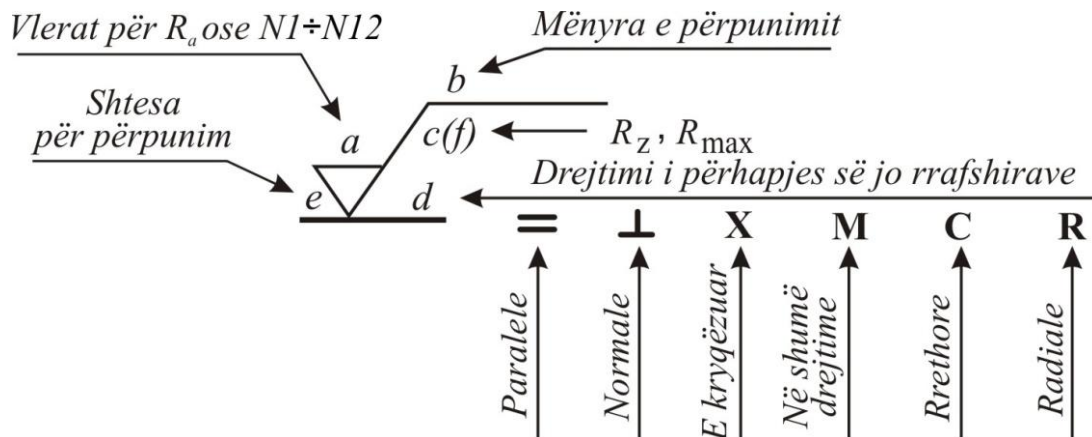


Fig. 4.5. Sistemi i shënimit të sipërfaqeve të përpunuara në vizatime

Tabela. 4.1. Klasat e ashpërsisë së sipërfaqeve të përpunuara

KLASAT E ASHPËRSISË	Vlerat më të mëdha të parametrave (mm)			Madhësitë e hapit S_m (mm)
	R_a	R_z	R_{max}	
0,025/ N1/	0.03	0.1	0.16	0.01
0,05/ N2/	0.05	0.2	0.32	0.01
0,1/ N3/	0.1	0.4	0.64	0.03
0,2/ N4/	0.2	0.8	1.25	0.05
0,4/ N5/	0.4	1.6	2.2	0.1
0,8/ N6/	0.8	3.2	5	0.2
1,6/ N7/	1.6	6.3	10	0.4
3,2/ N8/	3.2	12.5	20	0.8
6,5/ N9/	6.3	25	40	1.6
12,5/ N10/	12.5	50	80	3.2
25/ N11/	25	100	160	6.3
50/ N12/	50	200	320	12.5

5 MODELET MATEMATIKORE

5.1 Funkzionet e përpunueshmërisë

Funksionet e përpunueshmërisë përdoren me qëllim të:

- njohjes së ligjeve të fizikës të procesit përpunues;
- definimi dhe optimalizimi i procesit të përpunimit;
- parashikimi i intensitetit të ndikimit të faktorëve të veçantë në fazën e projektimit dhe simulimit të procesit të përpunimit;
- udhëheqja e sigurt dhe mbikëqyrja e procesit të përpunimit.

Bashkësinë e funksioneve themelore të përpunueshmërisë gjatë përpunimit me heqje ashkle e përbëjnë:

- funksioni i qëndrueshmërisë së instrumentit, $T=T(x_i)$;
- funksioni i forcës së prerjes, $F=F_x(x_i)$;
- funksioni i kualitetit të sipërfaqes së përpunuar, $R=R_x(x_i)$,
- funksioni i formës së ashklës së larguar, $A_1 = A_1(x_i)$.

ku janë x_i – parametrat dhe kushtet e përpunimit.

Edhe pse n funksionet e përmendura janë përfshirë të gjithë faktorët e procesit të përpunimit me heqje ashkle, prapëseprapë disa faktorë e zgjérojnë grupin e funksioneve plotësuese të përpunueshmërisë:

- funksioni i temperaturës së prerjes, $\theta = \theta(x_i)$;
- funksioni i fuqisë së prerjes, $P = P(x_i)$;
- funksioni i prodhueshmërisë, $V = V(x_i)$.

Metodat për përfitimit të funksionit të përpunueshmërisë janë plane të ndryshme eksperimentale statistikore shumëfaktorëshe. Rezultatet përfundimtare janë modelet matematikore me të cilat përshkruhet varësia e ndërsjellë e parametrave hyrës dhe dalës të procesit të përpunimit të cilat paraqesin aproksimimin e formës reale, të panjohur, analitike të funksioneve të procesit.

Metodat për realizimin e funksionit të përpunueshmërisë janë plane të ndryshme eksperimentale statistikore shumëfaktorëshe. Modelet matematikore janë rezultatet përfundimtare që përshkruajnë varësinë e ndërsjellë të parametrave të përpunimit ata hyrës dhe dalës. Në figurën 5.1. në mënyrë skematike tregohet procesi i përpunimit me heqje ashkle

me të gjitha hyrjet dhe daljet e nevojshme për të përcaktuar modelin matematik të procesit. Gjithmonë, para se hulumtuesit paraqiten dy detyra të rëndësishme:

- të hulumtoj se cilët parametra hyrës (x_i) kanë efekt të rëndësishëm në parametrat dalës (y_i)
- të përcaktojë varësinë funksionale të parametrave dalës nga ata hyrës.

Për një funksion të përpunueshmërisë nuk është e domosdoshme t' i përmbajë të gjithë parametrat hyrës të rëndësishëm (signifikant) edhe nuk është e mundur të realizohet një proces i tillë. Të gjithë parametrat hyrës signifikant që për momentin nuk janë interesant duhet të trajtohen si konstant

Gjatë kësaj duhet gjithmonë të merret parasysh se një funksion i përpunueshmërisë është i vlefshëm vetëm për kusht të caktuara të përpunimit, të cilat janë të shënuara si "konstante".

Kjo do të thotë se për çdo kombinim tjetër të konstanteve vlen një model matematikor tjetër. D.m.th., modeli matematikor është i pavlefshëm në qoftë se pranë tij janë shënuar edhe kushtet e përpunimit. "Çrregullimet" gjithashtu bëjnë pjesë në kushtet e përpunimit, por në ta nuk mund të ndikohet (për shembull luhatjet e tensionit në rrjeta) fig. 5.1.

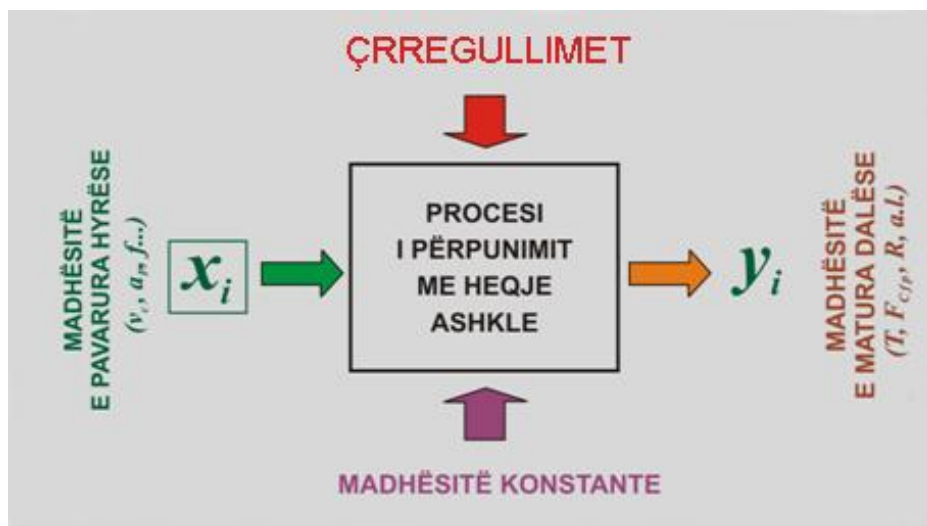


Fig. 5.1. Varësia funksionale në mes faktorëve hyrës dhe dalës

Planifikimi i një eksperimenti merr parasysh shumë faktorë, duke filluar nga gjetjet nga literatura, faktorët ndikues, realizimit i eksperimentit, parametrat që do të merren në shqyrtim, pritjet e qëllimit të dëshiruar.

Planet eksperimentale mund të realizohen në dy mënyra:

- *Planet eksperimentale një faktorësh; që paraqet metodën klasike të eksperimentimit me një variabël,*
- *Planet eksperimentale statistikore shumëfaktorëshe (metodat moderne të eksperimentimit).*

Gjatë metodës klasike të eksperimentit kushti themelor është identiteti i kushteve të eksperimentit ku ndryshon vetëm një nga faktorët e pavarur (hyrës), metoda statistikore e planifikimit të eksperimentit, lejon që të ndryshojnë të gjithë faktorët e pavarur të ndryshueshëm gjatë rrjedhjes së eksperimentit të njëjtë.

Siç dihet procesi i prerjes është shumë i komplikuar dhe i varur nga një varg i parametrave të cilët ndikojnë cilët direkt ose me ndërveprim me njëri tjetrin në rrjedhën dhe rezultatin e procesit si dhe për shkak të karakterit statistikor të procesit, është e nevojshme që eksperimenti të zhvillohet metodën shumëfaktorëshe statistikore

Planet eksperimentale statistikore shumëfaktorëshe dallohen nga këto karakteristika:

- *gjatë rrjedhës së eksperimentit ndryshohen më shumë faktor ndikues njëkohësisht,*
- *ekziston një renditje paraprake e pikave eksperimentuese në hapësirë,*
- *numër minimal të eksperimenteve në raport me sasinë e informacioneve të fituara mbi ligjshmërinë e procesit,*
- *përpunimi matematikor i rezultateve relativisht i thjeshtë,*
- *jep pasqyrë të varësisë midis faktorëve (ndërveprimi).*

Në praktikë, nganjëherë edhe në literaturë nën termin planifikim i eksperimentit shpesh fshehin dy koncepte: planifikimi i eksperimenteve në kuptim të gjerë, ose planifikimi i eksperimentit në kuptimin e ngushtë. Planifikimi i eksperimentit në kuptimin e gjerë do të thotë hulumtimi eksperimental për fitimin e funksionit të përpunueshmërisë sipas një protokollit saktë të përcaktuar, të treguar në figurën 5.2.

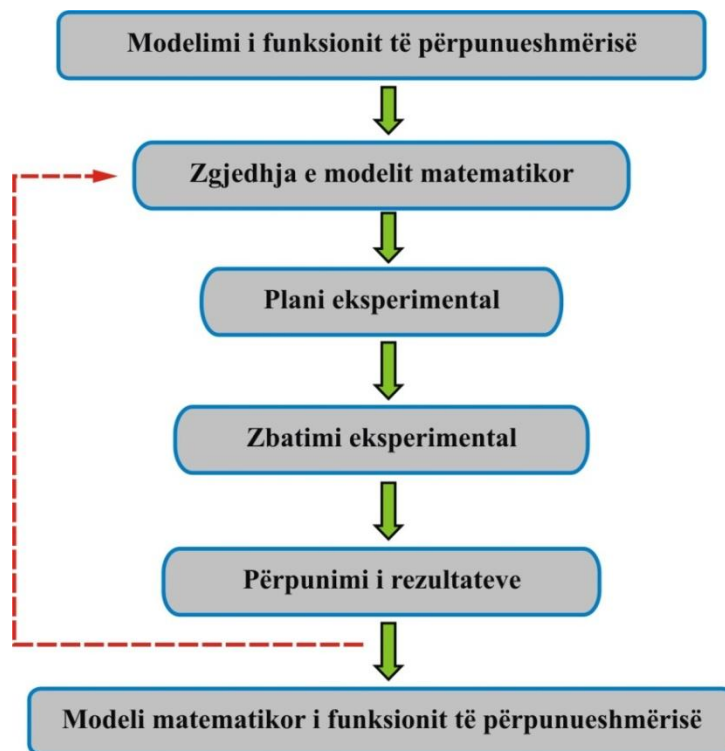


Fig. 5.2 Bllok skema e protokollit të hulumtimit eksperimental

Si shihet nga bllok skema, hulumtimi eksperimental fillon me zgjedhjen e modelit matematikor për të cilin supozohet se do të jetë përafrim mjaftueshëm i saktë i modelit real, analitik të panjohur reagues.

Definimi i modelit matematikor, nuk do të thotë vetëm përcaktimi i nivelit (shkallës) së tij, por edhe mënyra e zgjedhjes së faktorëve të pavarur ndikues të cilët në at moment janë interes i hulumtuesit që të përfshihen në model. Të gjithë faktorët e tjerë potencial duhet të mbesin konstant. Pas zbatimit të eksperimentit dhe përpunimin të rezultateve hipoteza duhet testuar. Në qoftë se kjo rezulton se modeli matematikor nuk është e mjaftueshme, procesi fillon nga e para duke vendosur një model të ri matematikore, ose duke zgjedhur një intervale të ndryshme të ndryshme faktorët model.

Projektimi eksperimental në kuptimin e ngushtë do të thotë për të përcaktuar, për një model të caktuar matematik: numri i pikave eksperimenteve, faktorët interval e ndryshme, mënyra dhe numri i përsëritjes së eksperimenteve dhe plani i matricës.

Në këtë punim është shfrytëzuar metoda statistikore matematikore me shumë faktorë, ku të gjithë faktorët e ndryshueshëm të varur (dalës), janë dhënë në formë të funksionit

eksponencial nga të ndryshueshmet e pavarura. Si faktorë të pavarur janë marrë shpejtësia e prerjes (v), hapi prerës (f), thellësia e prerjes, të cilët ndryshojnë në kufij të caktuar.

Modelet matematikore empirike supozohen në shumicën e rasteve në formë eksponenciale.

Në këtë studim është analizuar raporti ndërmjet faktorëve duke përdorur modelin e përgjithshëm statistikor dhe matematikor.

$$R_a = C \cdot V^{k1} \cdot f^{k2} \cdot a^{k3} \cdot p^{k4} \quad (5.1)$$

$$R = C_R \cdot Q_1^{z1} \cdot Q_2^{z2} \cdot Q_3^{z3} \cdot Q_4^{z4} \dots Q_k^{zk} \quad (5.2)$$

5.2 Formimi i modelit matematikor

Modeli matematikor i ashpërsisë së sipërfaqes i bazuar në efektin e parametrave të përpunimit, shpejtësisë së prerjes (v), hapi punues (f), thellësisë së prerjes (a) dhe rrezes së rumbullakimit të instrumentit prerës (r), është dhënë sipas formës:

$$R_a = C \cdot Vc^{kv} \cdot f^{kf} \cdot a^{ka} \cdot r^{kr} \quad (5.3)$$

Gama e secilit parametër është vendosur në tre nivele të ndryshme, domethënë të ulët, të mesëm dhe të lartë bazuar në praktikat industriale siç tregohet në tabelën 5.1. Dizajni faktorial me tetë pikat e shtuar të qendrës ($16 + 8$). Dizajni i plotë përbëhet nga 24 eksperimente (të gjithë faktorët janë në formë të koduar).

Për definimin e kompleksit të parametrave lidhur me përpunueshmërinë, më së shpeshti përdoren planet ortogonale shumëfaktorëshe të rendit të parë të formës:

$$N = 2^k + N_0 \quad (5.4)$$

ku janë;

N - numri i tërësishëm i eksperimenteve

k - numri i parametrave të pavarur (v, f, a, r, \dots)

N_0 – numri i eksperimenteve të përsëritura në pikën qendrore të planit për vlerësimin statistikor të gabimit eksperimental si dhe më vonë në bazë të kriterit t ose F edhe vërtetimi i adekuatshmërisë së modelit matematikor.

$$N = 2^4 + 8$$

Para fillimit të realizimit të eksperimentit është e domosdoshme të zgjedhet intervali i variacionit të faktorëve në modelin matematikor 6.1, (shpejtësisë së prerjes -v, hapit punues- f dhe fortësisë së materialit h. Mirëpo gjatë përvetësimit të intervalit të variacionit të faktorëve v, f dhe d duhet të plotësohet kushti që:

$$\begin{aligned} V_{mes} &= \sqrt{V_{min} \cdot V_{max}} \\ f_{mes} &= \sqrt{f_{min} \cdot f_{max}} \\ a_{mes} &= \sqrt{a_{min} \cdot a_{max}} \\ r_{mes} &= \sqrt{r_{min} \cdot r_{max}} \end{aligned} \quad (5.5)$$

Me “linearizimin” e modelit empirik (5.3) fitohet modeli i rendit të parë:

Modeli i parë:

$$\ln R = C_R + k_v \cdot \ln v + k_f \cdot \ln f + k_a \cdot \ln a + k_p \cdot \ln r \quad (5.6)$$

Nëse zëvendësohet me:

$$Y = \ln R; \quad k_0 = \ln C_R; \quad k_1 = k_v; \quad k_2 = k_f; \quad k_3 = k_a; \quad k_4 = k_r \quad (5.7)$$

$$X_1 = \ln v; \quad X_2 = \ln f; \quad X_3 = \ln a; \quad X_4 = \ln r$$

$$Y = k_0 X_0 + k_1 X_1 + k_2 X_2 + k_3 X_3 + k_4 X_4 \quad (5.8)$$

Funksioni i “linearizuar” (5.8) mund të llogaritet në bazë të vlerave të logaritmuara të Y me gabimin e matjes (ε) në formën:

$$Y - \varepsilon = k_0 X_0 + k_1 X_1 + k_2 X_2 + k_3 X_3 + k_4 X_4 \quad (5.9)$$

$$\hat{Y} = b_0 X_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + b_3 X_3 + b_4 X_4$$

ku:

$$X_0 = 1$$

$$X_1 = v; \quad X_2 = f; \quad X_3 = a; \quad X_4 = r \quad (5.10)$$

Pas realizimit të eksperimentit dhe përpunimit të dhënave, është e domosdoshme të caktohen konstanta b_0 , dhe koeficientët b_1 , b_2 , b_3 dhe b_4 ku secili faktor ndryshon në tri nivele.

Me kompozimin e planit trefaktorësh sipas kubit latin (fig. 5.2), fitohet plani matricor me madhësitë karakteristike (tabela 5.1).

Tabela 5.1. Plani matricorë i rendit të parë me katër faktorë

Plani eksperimental i rendit të parë katër faktorësh							
Plani matricor i koduar						Madhësitë e matura	Madhësitë e llogaritura
Nr.	X ₀	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	Y _i	Ŷ _i
1	+1	-1	-1	-1	-1	Y ₁	Ŷ ₁
2	+1	-1	-1	-1	+1	Y ₂	Ŷ ₂
3	+1	-1	-1	+1	-1	Y ₃	Ŷ ₃
4	+1	-1	-1	+1	+1	Y ₄	Ŷ ₄
5	+1	-1	+1	-1	-1	Y ₅	Ŷ ₅
6	+1	-1	+1	-1	+1	Y ₆	Ŷ ₆
7	+1	-1	+1	+1	-1	Y ₇	Ŷ ₇
8	+1	-1	+1	+1	+1	Y ₈	Ŷ ₈
9	+1	+1	-1	-1	-1	Y ₉	Ŷ ₉
10	+1	+1	-1	-1	+1	Y ₁₀	Ŷ ₁₀
11	+1	+1	-1	+1	-1	Y ₁₁	Ŷ ₁₁
12	+1	+1	-1	+1	+1	Y ₁₂	Ŷ ₁₂
13	+1	+1	+1	-1	-1	Y ₁₃	Ŷ ₁₃
14	+1	+1	+1	-1	+1	Y ₁₄	Ŷ ₁₄
15	+1	+1	+1	+1	-1	Y ₁₅	Ŷ ₁₅
16	+1	+1	+1	+1	+1	Y ₁₆	Ŷ ₁₆
17	+1	0	0	0	0	Y ₁₇	Ŷ ₁₇
18	+1	0	0	0	0	Y ₁₈	Ŷ ₁₈
19	+1	0	0	0	0	Y ₁₉	Ŷ ₁₉
20	+1	0	0	0	0	Y ₂₀	Ŷ ₂₀
21	+1	0	0	0	0	Y ₂₁	Ŷ ₂₁
22	+1	0	0	0	0	Y ₂₂	Ŷ ₂₂
23	+1	0	0	0	0	Y ₂₃	Ŷ ₂₃
24	+1	0	0	0	0	Y ₂₄	Ŷ ₂₄

Tabela 5.2. Koeficientët e regresionit

Koeficientët e regresionit të shumëfishtë	b_0	b_1	b_2	b_3	b_4	Gabimi
Niveli themelor		X_{01}	X_{02}	X_{03}	X_{04}	$S^2(Y)$
Intervali i variacionit		w_1	w_2	w_3	w_4	$S(b_1)$
Niveli i sipërm		X_{+1}	X_{+2}	X_{+3}	X_{+4}	$S(b_2)$
Niveli i poshtëm		X_{-1}	X_{-2}	X_{-3}	X_{-4}	$S(b_3)$

Nëse pikat eksperimentale shpërndahen në atë mënyrë në “hiper” hapësirë ashtu që të plotësohen këto kushte në plan-matricën korresponduese:

Atëherë planet e tilla emërohen si plane ortogonale shumëfaktorëshe.

ku është:

\hat{Y} – vlera e madhësive të llogaritura

Nga shprehja (5.9) gabimi i mundshëm gjatë matjes merr formën:

$$\varepsilon = \hat{Y} - (b_0X_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + b_4X_4) \quad (5.11)$$

1. Ortogonaliteti

$$\sum X_{iu} X_{ju} = 0, \quad i \neq j, \quad i, j = 1, k \quad (5.12)$$

2. Normaliteti:

$$\sum X_{iu}^2 = 0, \quad i = 1, 2, 3, \dots, k \quad (5.13)$$

3. Simetriteti

$$\sum X_{iu} = 0, \quad i = 1, 2, 3, \dots, k \quad (5.14)$$

Atëherë planet e tilla emërohen si plane ortogonale shumëfaktorëshe. Në krahasim me planet tjera për planet ortogonale është karakteristike:

- Shpërndarja e pikave eksperimentale në hapësirën eksperimentale është optimale,
- Numri i pikave eksperimentale është minimal,
- Numri i informacioneve të grumbulluara është maksimal, të gjithë faktorët ndryshohen përnjëherësh, kështu që efekti i secilit faktorë (parametrave të modelit) përcaktohet

në bazë të N-rezultateve eksperimentale, e për shkak të kësaj dispersioni i cilës do (bi) do të jetë N-herë më i vogël se numri i eksperimenteve gjegj:

$$\sigma^2 = (b_i) = N^{-1} \cdot \sigma^2(Y) \quad (5.15)$$

- d) Të gjitha efektet e faktorëve (bi), llogariten në mënyrë të pavarur prej njëri tjetrit dhe pavarësisht nga vlerat e faktorëve të përfshirë me hapësirën shumë faktoriale.
- e) Përpunimi matematik i të dhënave është i thjeshtë dhe i shkurtër.

5.3 Përcaktimi i parametrave të modelit

Në bazë të rezultateve eksperimentale mund të përcaktohen parametrat e modelit (5.2) në formën e dhënë të funksionit empirik (5.8). Duke e shfrytëzuar metodën e katrorëve më të vegjël, bazën e së cilës e përbën tendenca që çdo pikë Y, e fituar në mënyrë eksperimentale, të gjendet sa më afër lakores \hat{Y} (6.8) – të madhësive të llogaritura, me të cilën aproksimohen shënimet e fituara në mënyrë eksperimentale, por me kusht që shuma e katrorëve të shmangieve (të madhësive të matura Y nga madhësitë analitike të fituara \hat{Y}) të jetë minimale:

$$\sum(Y - \hat{Y})^2 = \min \quad (5.16)$$

gjegjesisht:

$$\sum(\varepsilon^2)_{\min} = \sum[Y - (b_0X_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + b_4X_4)]^2 = F(b_0, b_1, b_2, b_3, b_4)$$

Anën e djathtë të barazimit (5.13) e shënojmë me F (F-funksioni i parametrave të panjohur b_0, b_1, b_2, b_3 dhe b_4). Me derivimin e shumës së katrorit të gabimeve F sipas parametrave të panjohur b_0, b_1, b_2, b_3 dhe b_4 dhe barazimit me zero (kushti i ekstremumit-minimumit të funksionit) për n pika eksperimentale do të kemi:

Minimumi i funksionit gjendet nga ekuacioni:

$$\frac{\partial(\sum \varepsilon^2)}{\partial b_0} = 0; \quad \frac{\partial(\sum \varepsilon^2)}{\partial b_1} = 0; \quad \frac{\partial(\sum \varepsilon^2)}{\partial b_2} = 0; \quad \frac{\partial(\sum \varepsilon^2)}{\partial b_3} = 0; \quad \frac{\partial(\sum \varepsilon^2)}{\partial b_4} = 0; \quad (5.17)$$

gjegjesisht:

$$\frac{\partial(\sum \varepsilon^2)}{\partial b_0} = -2 \sum[Y - (b_0X_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + b_4X_4)] X_0 = 0;$$

$$\begin{aligned}
\frac{\partial(\sum \varepsilon^2)}{\partial b_1} &= -2 \sum [Y - (b_0 X_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + b_3 X_3 + b_4 X_4)] X_1 = 0; \\
\frac{\partial(\sum \varepsilon^2)}{\partial b_2} &= -2 \sum [Y - (b_0 X_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + b_3 X_3 + b_4 X_4)] X_2 = 0; \\
\frac{\partial(\sum \varepsilon^2)}{\partial b_3} &= -2 \sum [Y - (b_0 X_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + b_3 X_3 + b_4 X_4)] X_3 = 0; \\
\frac{\partial(\sum \varepsilon^2)}{\partial b_4} &= -2 \sum [Y - (b_0 X_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + b_3 X_3 + b_4 X_4)] X_4 = 0;
\end{aligned} \tag{5.18}$$

Sipas diferencimit sistemi i ekuacioneve e merr trajtën:

$$\begin{aligned}
\sum Y &= N b_0 + b_1 \sum X_1 + b_2 \sum X_2 + b_3 \sum X_3 + b_4 \sum X_4 \\
\sum X_1 Y &= b_0 \sum X_1 + b_1 \sum X_1^2 + b_2 \sum X_1 X_2 + b_3 \sum X_1 X_3 + b_4 \sum X_1 X_4 \\
\sum X_2 Y &= b_0 \sum X_2 + b_1 \sum X_2 X_1 + b_2 \sum b_2^2 + b_3 \sum X_2 X_3 + b_4 \sum X_2 X_4 \\
\sum X_3 Y &= b_0 \sum X_3 + b_1 \sum X_3 X_1 + b_2 \sum X_3 X_2 + b_3 \sum b_3^2 + b_4 \sum X_3 X_4 \\
\sum X_4 Y &= b_0 \sum X_4 + b_1 \sum X_4 X_1 + b_2 \sum X_4 X_2 + b_3 \sum X_4 X_3 + b_4 \sum b_4^2
\end{aligned} \tag{5.19}$$

Nëse zëvendësojmë:

$$\begin{aligned}
B_0 &= b_0 a_{11} + b_1 a_{12} + b_2 a_{13} + b_3 a_{14} + b_4 a_{15} \\
B_1 &= b_0 a_{21} + b_1 a_{22} + b_2 a_{23} + b_3 a_{24} + b_4 a_{25} \\
B_2 &= b_0 a_{31} + b_1 a_{32} + b_2 a_{33} + b_3 a_{34} + b_4 a_{35} \tag{5.20} \\
B_3 &= b_0 a_{41} + b_1 a_{42} + b_2 a_{43} + b_3 a_{44} + b_4 a_{45} \\
B_4 &= b_0 a_{51} + b_1 a_{52} + b_2 a_{53} + b_3 a_{54} + b_4 a_{55}
\end{aligned}$$

Duke shfrytëzuar elementet e algjibrës lineare (matricore) sistemi i ekuacioneve paraprake mund të shkruhet më shkurtë si produkt i dy matricave:

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & a_{14} & a_{15} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & a_{24} & a_{25} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} & a_{34} & a_{35} \\ a_{41} & a_{42} & a_{43} & a_{44} & a_{45} \\ a_{51} & a_{52} & a_{53} & a_{54} & a_{55} \end{bmatrix} \tag{5.21}$$

$$b = \begin{bmatrix} b_0 \\ b_1 \\ b_2 \\ b_3 \\ b_4 \end{bmatrix} \quad (5.22)$$

$$B = \begin{bmatrix} B_0 \\ B_1 \\ B_2 \\ B_3 \\ B_4 \end{bmatrix} \quad (5.23)$$

ose

$$A \cdot b = B \quad (5.24)$$

Me zgjedhje të përshtatshme të ndryshoreve të eksperimentit, ekuacionet paraprake dukshëm mund të thjeshtohen, ndërsa zgjidhja e tyre të shpejtohet.

Për shkak të thjeshtëzimit të punës me modelet matematikore të linearizuara në vend të madhësive natyrore futen madhësitë e koduara në tri nivele: -1, 0 dhe +1 nëpërmjet ekuacioneve të transformimit.[20]

$$\begin{aligned} X_1 &= \left[1 + 2 \frac{(\ln v - \ln v_{max})}{\ln v_{max} - \ln v_{min}} \right] \\ X_2 &= \left[1 + 2 \frac{(\ln f - \ln f_{max})}{\ln f_{max} - \ln f_{min}} \right] \\ X_3 &= \left[1 + 2 \frac{(\ln a - \ln a_{max})}{\ln a_{max} - \ln a_{min}} \right] \\ X_4 &= \left[1 + 2 \frac{(\ln r - \ln r_{max})}{\ln r_{max} - \ln r_{min}} \right] \end{aligned} \quad (5.25)$$

$$v = v_{max}; \quad X_1 = +1$$

$$v = v_{mes}; \quad X_1 = 0 \quad (5.26)$$

$$v = v_{min}; \quad X_1 = -1$$

$$f = f_{max}; X_2 = +1$$

$$f = f_{mes}; X_2 = 0 \quad (5.27)$$

$$f = f_{min}; X_2 = -1 \quad (5.28)$$

$$a = a_{max}; X_3 = +1$$

$$a = a_{mes}; X_3 = 0$$

$$a = a_{min}; X_3 = -1$$

$$r = r_{max}; X_4 = +1$$

$$r = r_{mes}; X_4 = 0 \quad (5.29)$$

$$r = r_{min}; X_4 = -1$$

Tabela 5.3. Regjimet e përpunimit v,s,a,r sipas kodimit dhe nivelit

KARAKTERISTIKAT E MADHËSIVE TË NDRYSHUESHME TË PAVARURA					
Nr.	Madhësitë	Niveli Kodi	Maksimal	Mesatar	Minimal
			+1	0	-1
1	v (m/min)	X ₁	180	135	100
2	f (mm/rr)	X ₂	0.285	0.185	0.125
3	a (mm)	X ₃	0.8	0.4	0.2
4	r (mm)	X ₄	1.2	1	0.8

$$(X^T \cdot X)^{-1} = \begin{bmatrix} 24 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 16 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 16 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 16 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 16 \end{bmatrix} \quad (5.30)$$

$$\begin{bmatrix} b_0 \\ b_1 \\ b_2 \\ b_3 \\ b_4 \end{bmatrix} = (X^T \cdot X)^{-1} \cdot (X^T) \cdot \begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ Y_3 \\ \vdots \\ Y_{24} \end{bmatrix} \tag{5.31}$$

gjegjesisht,

$$\begin{bmatrix} b_0 \\ b_1 \\ b_2 \\ b_3 \\ b_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 24 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 16 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 16 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 16 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 16 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} +1 \\ -1-1-1-1-1-1-1-1-1+1+1+1+1+1+1+1+1+1+1+1+1+1+1+1+1+1+1 \\ -1-1-1-1+1+1+1+1-1-1-1-1+1+1+1+1+1+1+1+1+1+1+1+1+1+1+1 \\ -1-1+1+1-1-1+1+1-1-1+1+1-1-1+1+1+1+1+1+1+1+1+1+1+1+1+1 \\ -1+1-1+1-1+1-1+1-1+1-1+1-1+1-1+1+1+1+1+1+1+1+1+1+1+1+1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ Y_3 \\ Y_4 \\ Y_5 \\ Y_6 \\ Y_7 \\ Y_8 \\ Y_9 \\ Y_{10} \\ Y_{11} \\ Y_{12} \\ Y_{13} \\ Y_{14} \\ Y_{15} \\ Y_{16} \\ Y_{17} \\ Y_{18} \\ Y_{19} \\ Y_{20} \\ Y_{21} \\ Y_{22} \\ Y_{23} \\ Y_{24} \end{bmatrix} \tag{5.32}$$

Ose në formën skalare nga barazimi (5.32) llogariten konstantat b_0, b_1, b_2, b_3 dhe b_4 në këtë formë:

$$b_0 = \frac{1}{N} (Yi) = \frac{1}{24} (+Y_1 + Y_2 + Y_3 + Y_4 + Y_5 + Y_6 + Y_7 + Y_8 + Y_9 + Y_{10} + Y_{14} + Y_{15} + Y_{11} + Y_{12} + Y_{13} + Y_{16} + Y_{17} + Y_{18} + Y_{19} + Y_{20} + Y_{21} + Y_{22} + Y_{23} + Y_{24}) \tag{5.33}$$

$$b_i = \frac{1}{2^k} \cdot \sum_{i=1}^{16} (Yi) \tag{5.34}$$

Nga ekuacioni (5.34) kemi ekuacionet:

$$b_1 = \frac{1}{2^k} \cdot \sum_{i=1}^{16} (Y_i) = \frac{1}{16} (-Y_1 - Y_2 - Y_3 - Y_4 - Y_5 - Y_6 - Y_7 - Y_8 + Y_9 + Y_{10} + Y_{11} + Y_{12} + Y_{13} + Y_{14} + Y_{15} + Y_{16})$$

$$b_2 = \frac{1}{2^k} \cdot \sum_{i=1}^{16} (Y_i) = \frac{1}{16} (-Y_1 - Y_2 - Y_3 - Y_4 + Y_5 + Y_6 + Y_7 + Y_8 - Y_9 - Y_{10} - Y_{11} - Y_{12} + Y_{13} + Y_{14} + Y_{15} + Y_{16})$$

$$b_3 = \frac{1}{2^k} \cdot \sum_{i=1}^{16} (Y_i) = \frac{1}{16} (-Y_1 - Y_2 + Y_3 + Y_4 - Y_5 + Y_6 + Y_7 + Y_8 - Y_9 - Y_{10} + Y_{11} + Y_{12} - Y_{13} - Y_{14} + Y_{15} + Y_{16})$$

$$b_4 = \frac{1}{2^k} \cdot \sum_{i=1}^{16} (Y_i) = \frac{1}{16} (-Y_1 + Y_2 - Y_3 + Y_4 - Y_5 + Y_6 - Y_7 + Y_8 - Y_9 + Y_{10} - Y_{11} + Y_{12} - Y_{13} + Y_{14} - Y_{15} + Y_{16})$$

ku është; $Y = \ln T$, ndërsa indeksi e tregon numrin e eksperimentit.

Për dekodimin e konstantes b_0 dhe koeficientët b_1 , b_2 , b_3 dhe b_4 në ekuacionin (5.9), zëvendësohen vlerat e X -it.

Pas zëvendësimit fitohet barazimi

$$Y = b_0 + b_1 \cdot \left[1 + 2 \frac{(\ln v - \ln v_{max})}{\ln v_{max} - \ln v_{min}} \right] + b_2 \left[1 + 2 \frac{(\ln f - \ln f_{max})}{\ln f_{max} - \ln f_{min}} \right] + b_3 \left[1 + 2 \frac{(\ln a - \ln a_{max})}{\ln a_{max} - \ln a_{min}} \right] + \left[1 + 2 \frac{(\ln r - \ln r_{max})}{\ln r_{max} - \ln r_{min}} \right] \quad (5.36)$$

Nëse zëvendësohet:

$$A_1 = \frac{2}{\ln v_{max} - \ln v_{min}}; \quad A_2 = \frac{2}{\ln f_{max} - \ln f_{min}}; \quad (5.37)$$

$$A_3 = \frac{2}{\ln a_{max} - \ln a_{min}}; \quad A_4 = \frac{2}{\ln r_{max} - \ln r_{min}}$$

Me zëvendësimin e shprehjes (5.37) në shprehjen (5.38) fitohet:

$$\begin{aligned} X_1 &= A_1 \ln v - A_1 \ln v_{max} + 1 \\ X_2 &= A_2 \ln f - A_2 \ln f_{max} + 1 \\ X_3 &= A_3 \ln a - A_3 \ln a_{max} + 1 \\ X_4 &= A_4 \ln r - A_4 \ln r_{max} + 1 \end{aligned} \quad (5.38)$$

Nëse zëvendësojmë me

$$\begin{aligned} a_1 &= 1 - A_1 \ln v_{max} \\ a_2 &= 1 - A_1 \ln f_{max} \\ a_3 &= 1 - A_1 \ln a_{max} \\ a_4 &= 1 - A_1 \ln r_{max} \end{aligned} \quad (5.39)$$

Me zëvendësimin e (5.39) në shprehjen (5.38) fitohet:

$$\begin{aligned} X_1 &= A_1 \ln v + a_1 \\ X_2 &= A_1 \ln f + a_2 \\ X_3 &= A_1 \ln a + a_3 \\ X_4 &= A_1 \ln r + a_4 \end{aligned} \quad (5.40)$$

Me zëvendësimin e X_1, X_2, X_3 dhe X_4 në shprehjen (5.9) fitohet

$$\bar{Y} = b_0 + b_1(A_1 \ln v + a_1) + b_2(A_1 \ln f + a_2) + b_3(A_1 \ln a + a_3) + b_4(A_1 \ln r + a_4) \quad (5.41)$$

Nëse zëvendësohen me:

$$p_0 = b_0 + b_1 \cdot a_1 + b_2 \cdot a_2 + b_3 \cdot a_3 + b_4 \cdot a_4 \quad (5.42)$$

$$p_1 = A_1 \cdot b_1; \quad p_2 = A_2 \cdot b_2; \quad p_3 = A_3 \cdot b_3; \quad p_4 = A_4 \cdot b_4 \quad (5.43)$$

Me zëvendësimin e (5.41 dhe 5.42) në (5.43) fitohet

$$\bar{Y} = p_0 + p_1 \ln v + p_2 \ln f + p_3 \ln a + p_4 \ln r \quad (5.44)$$

Me antilogaritimin e shprehjes (5.44) fitohet varësia e kërkuar në koordinatat logaritmike:

a) Për ashpërsinë e sipërfaqes

$$R = C_R \cdot v^{p_1} \cdot f^{p_2} \cdot a^{p_3} \cdot r^{p_4} \quad (5.45a)$$

a) Për ashpërsinë e sipërfaqes

$$C_R = \exp(p_0)$$

$$Y = R = \exp(\bar{Y}) \quad (5.46a)$$

gjegjësisht,

$$R = e^{p_0} \cdot v^{p_1} \cdot f^{p_2} \cdot a^{p_3} \cdot r^{p_4} \quad (5.47a)$$

Tabela 5.4. Vlerat e matura eksperimentale për ashpërsinë e sipërfaqes

PLANI EKSPERIMENTAL I RENDIT TË PARË ME KATËR FAKTORË								
Nr.	NDRYSHORET E PAVARURA				VLERAT EKSPERIMENTALE TE MATURA			
	vc (m/min)	f (mm/rr)	a (mm)	r (mm)	Ra [μm]	Rz [μm]	Rq [μm]	Rt [μm]
1	100	0.125	0.2	0.8	27.000	78.300	32.558	108.000
2	100	0.125	0.2	1.2	8.000	24.000	8.826	40.000
3	100	0.125	0.8	0.8	32.000	99.200	35.166	128.000
4	100	0.125	0.8	1.2	18.324	54.056	20.156	73.296
5	100	0.285	0.2	0.8	30.254	95.300	33.279	121.016
6	100	0.285	0.2	1.2	17.354	67.854	19.089	78.093
7	100	0.285	0.8	0.8	29.231	114.878	32.154	116.924
8	100	0.285	0.8	1.2	28.295	84.319	31.125	113.180
9	180	0.125	0.2	0.8	6.235	19.329	6.859	28.058
10	180	0.125	0.2	1.2	19.000	55.480	21.038	72.200
11	180	0.125	0.8	0.8	14.000	37.800	15.376	54.600
12	180	0.125	0.8	1.2	20.317	59.935	22.349	89.395
13	180	0.285	0.2	0.8	22.462	69.632	24.708	89.848
14	180	0.285	0.2	1.2	16.000	56.000	17.587	64.000
15	180	0.285	0.8	0.8	20.325	60.975	22.358	81.300
16	180	0.285	0.8	1.2	27.267	81.801	29.994	109.068
17	135	0.185	0.4	1	18.235	55.799	20.059	72.940
18	135	0.185	0.4	1	24.214	71.431	26.635	96.856
19	135	0.185	0.4	1	18.000	54.540	19.945	72.000
20	135	0.185	0.4	1	24.000	76.800	26.429	96.000
21	135	0.185	0.4	1	16.024	47.591	18.428	64.096
22	135	0.185	0.4	1	15.256	44.700	16.586	61.024
23	135	0.185	0.4	1	26.215	82.577	28.837	117.968
24	135	0.185	0.4	1	25.000	76.000	28.400	100.000

Tabela 5.5. Plani matricor i koduar për ashpërsinë e sipërfaqes

PLANI EKSPERIMENTAL I RENDIT TË PARË ME KATËR FAKTORË								
Nr.	NDRYSHORET E PAVARURA				VLERAT EKSPERIMENTALE TE MATURA			
	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	Ra [μm]	Rz [μm]	Rq [μm]	Rt [μm]
1	-1	-1	-1	-1	27.000	78.300	32.558	108.000
2	-1	-1	-1	+1	8.000	24.000	8.826	40.000
3	-1	-1	+1	-1	32.000	99.200	35.166	128.000
4	-1	-1	+1	+1	18.324	54.056	20.156	73.296
5	-1	+1	-1	-1	30.254	95.300	33.279	121.016
6	-1	+1	-1	+1	17.354	67.854	19.089	78.093
7	-1	+1	+1	-1	29.231	114.878	32.154	116.924
8	-1	+1	+1	+1	28.295	84.319	31.125	113.180
9	+1	-1	-1	-1	6.235	19.329	6.859	28.058
10	+1	-1	-1	+1	19.000	55.480	21.038	72.200
11	+1	-1	+1	-1	14.000	37.800	15.376	54.600
12	+1	-1	+1	+1	20.317	59.935	22.349	89.395
13	+1	+1	-1	-1	22.462	69.632	24.708	89.848
14	+1	+1	-1	+1	16.000	56.000	17.587	64.000
15	+1	+1	+1	-1	20.325	60.975	22.358	81.300
16	+1	+1	+1	+1	27.267	81.801	29.994	109.068
17	0	0	0	0	18.235	55.799	20.059	72.940
18	0	0	0	0	24.214	71.431	26.635	96.856
19	0	0	0	0	18.000	54.540	19.945	72.000
20	0	0	0	0	24.000	76.800	26.429	96.000
21	0	0	0	0	16.024	47.591	18.428	64.096
22	0	0	0	0	15.256	44.700	16.586	61.024
23	0	0	0	0	26.215	82.577	28.837	117.968
24	0	0	0	0	25.000	76.000	28.400	100.000

Tabela 5.6. Vlerat e logaritmuara për Ra

Nr.	vc (m/min)	f (mm/rr)	a (mm)	r (mm)	Ra [μm]	Y=lnRa	Y ²
1	100	0.125	0.2	0.8	27.000	3.300713843	10.894711187
2	100	0.125	0.2	1.2	8.000	2.082437051	4.33654407
3	100	0.125	0.8	0.8	32.000	3.464766683	12.00460817
4	100	0.125	0.8	1.2	18.324	2.908211676	8.457695153
5	100	0.285	0.2	0.8	30.254	3.409628407	11.62556587
6	100	0.285	0.2	1.2	17.354	2.853823027	8.144305872
7	100	0.285	0.8	0.8	29.231	3.37522979	11.39217614
8	100	0.285	0.8	1.2	28.295	3.342685111	11.17354375
9	180	0.125	0.2	0.8	6.235	1.830178579	3.349553632
10	180	0.125	0.2	1.2	19.000	2.95099638	8.708379633
11	180	0.125	0.8	0.8	14.000	2.637484665	6.956325358
12	180	0.125	0.8	1.2	20.317	3.011457974	9.068879129
13	180	0.285	0.2	0.8	22.462	3.111824993	9.683454784
14	180	0.285	0.2	1.2	16.000	2.771838441	7.683088342
15	180	0.285	0.8	0.8	20.325	3.011851655	9.071250394
16	180	0.285	0.8	1.2	27.267	3.30567718	10.92750162
17	135	0.185	0.4	1	18.235	2.903342824	8.429399555
18	135	0.185	0.4	1	24.214	3.186930978	10.15652906
19	135	0.185	0.4	1	18.000	2.897678333	8.396539722
20	135	0.185	0.4	1	24.000	3.179136577	10.10690938
21	135	0.185	0.4	1	16.024	2.774087598	7.695562003
22	135	0.185	0.4	1	15.256	2.724972868	7.425477133
23	135	0.185	0.4	1	26.215	3.266331766	10.66892321
24	135	0.185	0.4	1	25.000	3.218835824	10.36090406
						Σ	216.7178279

Tabela 5.7. Vlerat e logaritmuara për Rz

Nr.	vc (m/min)	f (mm/rr)	a (mm)	r (mm)	Rz [µm]	Y=lnRz	Y ²
1	100	0.125	0.2	0.8	78.300	4.36542458	19.05693176
2	100	0.125	0.2	1.2	24.000	3.181049339	10.1190749
3	100	0.125	0.8	0.8	99.200	4.596168795	21.12476759
4	100	0.125	0.8	1.2	54.056	3.990016846	15.92023443
5	100	0.285	0.2	0.8	95.300	4.55703086	20.76653026
6	100	0.285	0.2	1.2	67.854	4.217360401	17.78612876
7	100	0.285	0.8	0.8	114.878	4.743869216	22.50429514
8	100	0.285	0.8	1.2	84.319	4.434608411	19.66575176
9	180	0.125	0.2	0.8	19.329	2.961580691	8.770960187
10	180	0.125	0.2	1.2	55.480	4.022579996	16.18114982
11	180	0.125	0.8	0.8	37.800	3.630736438	13.18224708
12	180	0.125	0.8	1.2	59.935	4.093263144	16.75480317
13	180	0.285	0.2	0.8	69.632	4.243227104	18.00497626
14	180	0.285	0.2	1.2	56.000	4.024601409	16.1974165
15	180	0.285	0.8	0.8	60.975	4.110463944	16.89591384
16	180	0.285	0.8	1.2	81.801	4.404289468	19.39776572
17	135	0.185	0.4	1	55.799	4.02175774	16.17453532
18	135	0.185	0.4	1	71.431	4.268736149	18.22210831
19	135	0.185	0.4	1	54.540	4.006240953	16.04996657
20	135	0.185	0.4	1	76.800	4.342287387	18.85545975
21	135	0.185	0.4	1	47.591	3.862649551	14.92006156
22	135	0.185	0.4	1	44.700	3.799975291	14.43981221
23	135	0.185	0.4	1	82.577	4.413734219	19.48104975
24	135	0.185	0.4	1	76.000	4.330693339	18.7549048
						Σ	409.2268455

Tabela 5. 8. Vlerat e logaritmuara për Rq

Nr.	vc (m/min)	f (mm/rr)	a (mm)	r (mm)	Rq [μm]	Y=lnRq	Y ²
1	100	0.125	0.2	0.8	32.558	3.483035	12.13154
2	100	0.125	0.2	1.2	8.826	2.177747	4.742583
3	100	0.125	0.8	0.8	35.166	3.560077	12.67415
4	100	0.125	0.8	1.2	20.156	3.003522	9.021144
5	100	0.285	0.2	0.8	33.279	3.504939	12.28459
6	100	0.285	0.2	1.2	19.089	2.949133	8.697387
7	100	0.285	0.8	0.8	32.154	3.47054	12.04465
8	100	0.285	0.8	1.2	31.125	3.437995	11.81981
9	180	0.125	0.2	0.8	6.859	1.925489	3.707507
10	180	0.125	0.2	1.2	21.038	3.046307	9.279984
11	180	0.125	0.8	0.8	15.376	2.732795	7.468168
12	180	0.125	0.8	1.2	22.349	3.106768	9.652008
13	180	0.285	0.2	0.8	24.708	3.207135	10.28572
14	180	0.285	0.2	1.2	17.587	2.867149	8.220541
15	180	0.285	0.8	0.8	22.358	3.107162	9.654455
16	180	0.285	0.8	1.2	29.994	3.400987	11.56672
17	135	0.185	0.4	1	20.059	2.998653	8.99192
18	135	0.185	0.4	1	26.635	3.282241	10.77311
19	135	0.185	0.4	1	19.945	2.992989	8.95798
20	135	0.185	0.4	1	26.429	3.274447	10.722
21	135	0.185	0.4	1	18.428	2.91385	8.490519
22	135	0.185	0.4	1	16.586	2.808559	7.888003
23	135	0.185	0.4	1	28.837	3.361642	11.30064
24	135	0.185	0.4	1	28.400	3.346389	11.19832
						Σ	231.5734

Tabela 5.9. Vlerat e logaritmuara për Rt

Nr.	vc (m/min)	f (mm/rr)	a (mm)	r (mm)	Rt [µm]	Y= ln Rt	Y ²
1	100	0.125	0.2	0.8	108.000	4.687008	21.96805
2	100	0.125	0.2	1.2	40.000	3.691875	13.62994
3	100	0.125	0.8	0.8	128.000	4.851061	23.53279
4	100	0.125	0.8	1.2	73.296	4.294506	18.44278
5	100	0.285	0.2	0.8	121.016	4.795923	23.00088
6	100	0.285	0.2	1.2	78.093	4.3579	18.9913
7	100	0.285	0.8	0.8	116.924	4.761524	22.67211
8	100	0.285	0.8	1.2	113.180	4.728979	22.36325
9	180	0.125	0.2	0.8	28.058	3.334256	11.11726
10	180	0.125	0.2	1.2	72.200	4.285997	18.36977
11	180	0.125	0.8	0.8	54.600	3.998461	15.98769
12	180	0.125	0.8	1.2	89.395	4.493063	20.18761
13	180	0.285	0.2	0.8	89.848	4.498119	20.23308
14	180	0.285	0.2	1.2	64.000	4.158133	17.29007
15	180	0.285	0.8	0.8	81.300	4.398146	19.34369
16	180	0.285	0.8	1.2	109.068	4.691972	22.0146
17	135	0.185	0.4	1	72.940	4.289637	18.40099
18	135	0.185	0.4	1	96.856	4.573225	20.91439
19	135	0.185	0.4	1	72.000	4.283973	18.35242
20	135	0.185	0.4	1	96.000	4.565431	20.84316
21	135	0.185	0.4	1	64.096	4.160382	17.30878
22	135	0.185	0.4	1	61.024	4.111267	16.90252
23	135	0.185	0.4	1	117.968	4.770409	22.7568
24	135	0.185	0.4	1	100.000	4.60513	21.20722
						Σ	465.8311

Llogaritja e koeficientëve të regresionit

Llogaritja e koeficientëve të regresionit b_0 , b_1 , b_2 , b_3 dhe b_4 bëhet në bazë të ekuacioneve:

a) Për R_a

$$b_0 = \frac{1}{N}(Y_i) = \frac{1}{24}(+Y_1 + Y_2 + Y_3 + Y_4 + Y_5 + Y_6 + Y_7 + Y_8 + Y_9 + Y_{10} + Y_{11} + Y_{12} + Y_{13} \\ + +Y_{14} + Y_{15} + Y_{16} + Y_{17} + Y_{18} + Y_{19} + Y_{20} + Y_{21} + Y_{22} + Y_{23} + Y_{24})$$

$$b_0 = \frac{1}{24}(Y_1 + Y_2 + Y_3 + \dots + Y_{24})$$

$$b_0 = \frac{1}{24}(3.300713843 + 2.082437051 + 3.464766683 + 2.908211676 + \\ 3.409628407 + 2.853823027 + 3.37522979 + 3.342685111 + 1.830178579 + \\ 2.95099638 + 2.637484665 + 3.011457974 + 3.111824993 + 2.771838441 + \\ 3.011851655 + 3.30567718 + 2.903342824 + 3.186930978 + 2.897678333 + \\ 3.179136577 + 2.774087598 + 2.724972868 + 3.266331766 + \\ 3.218835824) = 2.98000509$$

$$b_1 = \frac{1}{16}(Y_1 - Y_2 - Y_3 - Y_4 - Y_5 - Y_6 - Y_7 - Y_8 + Y_9 + Y_{10} + Y_{11} + Y_{12} + Y_{13} + Y_{14} + Y_{15} \\ + Y_{16})$$

$$b_1 = \frac{1}{16}(-3.300713843 - 2.082437051 - 3.464766683 - 2.908211676 - \\ 3.409628407 - 2.853823027 - 3.37522979 - 3.342685111 + 1.830178579 + \\ 2.95099638 + 2.637484665 + 3.011457974 + 3.111824993 + 2.771838441 + \\ 3.011851655 + 3.30567718) = -0.13164$$

$$b_2 = \frac{1}{16}(Y_1 - Y_2 - Y_3 - Y_4 + Y_5 + Y_6 + Y_7 + Y_8 - Y_9 - Y_{10} - Y_{11} - Y_{12} + Y_{13} + Y_{14} + Y_{15} \\ + Y_{16})$$

$$b_2 = \frac{1}{16}(-3.300713843 - 2.082437051 - 3.464766683 - 2.908211676 + \\ 3.409628407 + 2.853823027 + 3.37522979 + 3.342685111 - 1.830178579 - \\ 2.95099638 - 2.637484665 - 3.011457974 + 3.111824993 + 2.771838441 + \\ 3.011851655 + 3.30567718) = 0.18727$$

$$b_3 = \frac{1}{16}(Y_1 - Y_2 + Y_3 + Y_4 - Y_5 - Y_6 + Y_7 + Y_8 - Y_9 - Y_{10} + Y_{11} + Y_{12} - Y_{13} - Y_{14} + Y_{15} + Y_{16})$$

$$b_3 = \frac{1}{16}(-3.300713843 - 2.082437051 + 3.464766683 + 2.908211676 - 3.409628407 - 2.853823027 + 3.37522979 + 3.342685111 - 1.830178579 - 2.95099638 + 2.637484665 + 3.011457974 - 3.111824993 - 2.771838441 + 3.011851655 + 3.30567718) = 0.17162$$

$$b_4 = \frac{1}{16}(Y_1 + Y_2 - Y_3 + Y_4 - Y_5 + Y_6 - Y_7 + Y_8 - Y_9 + Y_{10} - Y_{11} + Y_{12} - Y_{13} + Y_{14} - Y_{15} + Y_{16})$$

$$b_4 = \frac{1}{16}(-3.300713843 + 2.082437051 - 3.464766683 + 2.908211676 - 3.409628407 + 2.853823027 - 3.37522979 + 3.342685111 - 1.830178579 + 2.95099638 - 2.637484665 + 3.011457974 - 3.111824993 + 2.771838441 - 3.011851655 + 3.30567718) = -0.05716$$

b) Për Rz

$$b_0 = \frac{1}{N}(Y_i) = \frac{1}{24}(+Y_1 + Y_2 + Y_3 + Y_4 + Y_5 + Y_6 + Y_7 + Y_8 + Y_9 + Y_{10} + Y_{11} + Y_{12} + Y_{13} + Y_{14} + Y_{15} + Y_{16} + Y_{17} + Y_{18} + Y_{19} + Y_{20} + Y_{21} + Y_{22} + Y_{23} + Y_{24})$$

$$b_0 = \frac{1}{24}(Y_1 + Y_2 + Y_3 + \dots + Y_{24})$$

$$b_0 = \frac{1}{24}(4.36542458 + 3.181049339 + 4.596168795 + 3.990016846 + 4.55703086 + 4.217360401 + 4.743869216 + 4.434608411 + 2.961580691 + 4.022579996 + 3.630736438 + 4.093263144 + 4.243227104 + 4.024601409 + 4.110463944 + 4.404289468 + 4.02175774 + 4.268736149 + 4.006240953 + 4.342287387 + 3.862649551 + 3.799975291 + 4.413734219 + 4.330693339) = 4.10926439$$

$$b_1 = \frac{1}{16}(Y_1 - Y_2 - Y_3 - Y_4 - Y_5 - Y_6 - Y_7 - Y_8 + Y_9 + Y_{10} + Y_{11} + Y_{12} + Y_{13} + Y_{14} + Y_{15} + Y_{16})$$

$$b_1 = \frac{1}{16}(-4.36542458 - 3.181049339 - 4.596168795 - 3.990016846 - 4.55703086 - 4.217360401 - 4.743869216 - 4.434608411 + 2.961580691 + 4.022579996 + 3.630736438 + 4.093263144 + 4.243227104 + 4.024601409 + 4.110463944 + 4.404289468) = -0.16217$$

$$b_2 = \frac{1}{16}(Y_1 - Y_2 - Y_3 - Y_4 + Y_5 + Y_6 + Y_7 + Y_8 - Y_9 - Y_{10} - Y_{11} - Y_{12} + Y_{13} + Y_{14} + Y_{15} + Y_{16})$$

$$b_2 = \frac{1}{16}(-4.36542458 - 3.181049339 - 4.596168795 - 3.990016846 + 4.55703086 + 4.217360401 + 4.743869216 + 4.434608411 - 2.961580691 - 4.022579996 - 3.630736438 - 4.093263144 + 4.243227104 + 4.024601409 + 4.110463944 + 4.404289468) = 0.24341$$

$$b_3 = \frac{1}{16}(Y_1 - Y_2 + Y_3 + Y_4 - Y_5 - Y_6 + Y_7 + Y_8 - Y_9 - Y_{10} + Y_{11} + Y_{12} - Y_{13} - Y_{14} + Y_{15} + Y_{16})$$

$$b_3 = \frac{1}{16}(-4.36542458 - 3.181049339 + 4.596168795 + 3.990016846 - 4.55703086 - 4.217360401 + 4.743869216 + 4.434608411 - 2.961580691 - 4.022579996 + 3.630736438 + 4.093263144 - 4.243227104 - 4.024601409 + 4.110463944 + 4.404289468) = 0.15191$$

$$b_4 = \frac{1}{16}(Y_1 + Y_2 - Y_3 + Y_4 - Y_5 + Y_6 - Y_7 + Y_8 - Y_9 + Y_{10} - Y_{11} + Y_{12} - Y_{13} + Y_{14} - Y_{15} + Y_{16})$$

$$b_4 = \frac{1}{16}(-4.36542458 + 3.181049339 - 4.596168795 + 3.990016846 - 4.55703086 + 4.217360401 - 4.743869216 + 4.434608411 - 2.961580691 + 4.022579996 - 3.630736438 + 4.093263144 - 4.243227104 + 4.024601409 - 4.110463944 + 4.404289468) = -0.05255$$

c) Për Rq

$$b_0 = \frac{1}{N}(Y_i) = \frac{1}{24}(+Y_1 + Y_2 + Y_3 + Y_4 + Y_5 + Y_6 + Y_7 + Y_8 + Y_9 + Y_{10} + Y_{11} + Y_{12} + Y_{13} \\ + +Y_{14} + Y_{15} + Y_{16} + Y_{17} + Y_{18} + Y_{19} + Y_{20} + Y_{21} + Y_{22} + Y_{23} + Y_{24})$$

$$b_0 = \frac{1}{24}(Y_1 + Y_2 + Y_3 + \dots + Y_{24})$$

$$b_0 = \frac{1}{24}(3.483035 + 2.177747 + 3.560077 + 3.003522 + 3.504939 + 2.949133 + \\ 3.47054 + 3.437995 + 1.925489 + 3.046307 + 2.732795 + 3.106768 + 3.207135 + \\ 2.867149 + 3.107162 + 3.400987 + 2.998653 + 3.282241 + 2.992989 + 3.274447 + \\ 2.91385 + 2.808559 + 3.361642 + 3.346389) = 3.0816479$$

$$b_1 = \frac{1}{16}(-Y_1 - Y_2 - Y_3 - Y_4 - Y_5 - Y_6 - Y_7 - Y_8 + Y_9 + Y_{10} + Y_{11} + Y_{12} + Y_{13} + Y_{14} + Y_{15} \\ + Y_{16})$$

$$b_1 = \frac{1}{16}(-3.483035 - 2.177747 - 3.560077 - 3.003522 - 3.504939 - 2.949133 - \\ 3.47054 - 3.437995 + 1.925489 + 3.046307 + 2.732795 + 3.106768 + 3.207135 + \\ 2.867149 + 3.107162 + 3.400987) = -0.13707$$

$$b_2 = \frac{1}{16}(-Y_1 - Y_2 - Y_3 - Y_4 + Y_5 + Y_6 + Y_7 + Y_8 - Y_9 - Y_{10} - Y_{11} - Y_{12} + Y_{13} + Y_{14} + Y_{15} \\ + Y_{16})$$

$$b_2 = \frac{1}{16}(-3.483035 - 2.177747 - 3.560077 - 3.003522 + 3.504939 + 2.949133 + \\ 3.47054 + 3.437995 - 1.925489 - 3.046307 - 2.732795 - 3.106768 + 3.207135 + \\ 2.867149 + 3.107162 + 3.400987) = 0.18183$$

$$b_3 = \frac{1}{16}(-Y_1 - Y_2 + Y_3 + Y_4 - Y_5 - Y_6 + Y_7 + Y_8 - Y_9 - Y_{10} + Y_{11} + Y_{12} - Y_{13} - Y_{14} + Y_{15} \\ + Y_{16})$$

$$b_3 = \frac{1}{16}(-3.483035 - 2.177747 + 3.560077 + 3.003522 - 3.504939 - 2.949133 + \\ 3.47054 + 3.437995 - 1.925489 - 3.046307 + 2.732795 + 3.106768 - 3.207135 - \\ 2.867149 + 3.107162 + 3.400987) = 0.166182$$

$$b_4 = \frac{1}{16}(-Y_1 + Y_2 - Y_3 + Y_4 - Y_5 + Y_6 - Y_7 + Y_8 - Y_9 + Y_{10} - Y_{11} + Y_{12} - Y_{13} + Y_{14} - Y_{15} + Y_{16})$$

$$b_4 = \frac{1}{16}(-3.483035 + 2.177747 - 3.560077 + 3.003522 - 3.504939 + 2.949133 - 3.47054 + 3.437995 - 1.925489 + 3.046307 - 2.732795 + 3.106768 - 3.207135 + 2.867149 - 3.107162 + 3.400987) = -0.0626$$

d) Për Rt

$$b_0 = \frac{1}{N}(Y_i) = \frac{1}{24}(+Y_1 + Y_2 + Y_3 + Y_4 + Y_5 + Y_6 + Y_7 + Y_8 + Y_9 + Y_{10} + Y_{11} + Y_{12} + Y_{13} + Y_{14} + Y_{15} + Y_{16} + Y_{17} + Y_{18} + Y_{19} + Y_{20} + Y_{21} + Y_{22} + Y_{23} + Y_{24})$$

$$b_0 = \frac{1}{24}(Y_1 + Y_2 + Y_3 + \dots + Y_{24})$$

$$b_0 = \frac{1}{24}(4.687008 + 3.691875 + 4.851061 + 4.294506 + 4.795923 + 4.3579 + 4.761524 + 4.728979 + 3.334256 + 4.285997 + 3.998461 + 4.493063 + 4.498119 + 4.158133 + 4.398146 + 4.691972 + 4.289637 + 4.573225 + 4.283973 + 4.565431 + 4.160382 + 4.111267 + 4.770409 + 4.60513) = 4.39109911$$

$$b_1 = \frac{1}{16}(-Y_1 - Y_2 - Y_3 - Y_4 - Y_5 - Y_6 - Y_7 - Y_8 + Y_9 + Y_{10} + Y_{11} + Y_{12} + Y_{13} + Y_{14} + Y_{15} + Y_{16})$$

$$b_1 = \frac{1}{16}(-4.687008 - 3.691875 - 4.851061 - 4.294506 - 4.795923 - 4.3579 - 4.761524 - 4.728979 + 3.334256 + 4.285997 + 3.998461 + 4.493063 + 4.498119 + 4.158133 + 4.398146 + 4.691972) = -0.14441$$

$$b_2 = \frac{1}{16}(Y_1 - Y_2 - Y_3 - Y_4 + Y_5 + Y_6 + Y_7 + Y_8 - Y_9 - Y_{10} - Y_{11} - Y_{12} + Y_{13} + Y_{14} + Y_{15} + Y_{16})$$

$$b_2 = \frac{1}{16}(-4.687008 - 3.691875 - 4.851061 - 4.294506 + 4.795923 + 4.3579 + 4.761524 + 4.728979 - 3.334256 - 4.285997 - 3.998461 - 4.493063 + 4.498119 + 4.158133 + 4.398146 + 4.691972) = 0.17215$$

$$b_3 = \frac{1}{16}(Y_1 - Y_2 + Y_3 + Y_4 - Y_5 - Y_6 + Y_7 + Y_8 - Y_9 - Y_{10} + Y_{11} + Y_{12} - Y_{13} - Y_{14} + Y_{15} + Y_{16})$$

$$b_3 = \frac{1}{16}(-4.687008 - 3.691875 + 4.851061 + 4.294506 - 4.795923 - 4.3579 + 4.761524 + 4.728979 - 3.334256 - 4.285997 + 3.998461 + 4.493063 - 4.498119 - 4.158133 + 4.398146 + 4.691972) = 0.150531$$

$$b_4 = \frac{1}{16}(Y_1 + Y_2 - Y_3 + Y_4 - Y_5 + Y_6 - Y_7 + Y_8 - Y_9 + Y_{10} - Y_{11} + Y_{12} - Y_{13} + Y_{14} - Y_{15} + Y_{16})$$

$$b_4 = \frac{1}{16}(-4.687008 + 3.691875 - 4.851061 + 4.294506 - 4.795923 + 4.3579 - 4.761524 + 4.728979 - 3.334256 + 4.285997 - 3.998461 + 4.493063 - 4.498119 + 4.158133 - 4.398146 + 4.691972) = -0.03888$$

a) për Ra

$$Y_a = b_0X_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + b_4X_4 \\ = 2.98000509X_0 - 0.13164X_1 + 0.18727X_2 + 0.17162X_3 - 0.05716X_4$$

b) për Rz

$$Y_z = b_0X_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + b_4X_4 \\ = 4.10926439X_0 - 0.16217X_1 + 0.24341X_2 + 0.15191X_3 - 0.05255X_4$$

c) për Rq

$$Y_q = b_0X_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + b_4X_4 \\ = 3.0816479X_0 - 0.13707X_1 + 0.18183X_2 + 0.166182X_3 - 0.0626X_4$$

d) për Rt

$$Y_t = b_0X_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + b_4X_4 \\ = 4.39109911X_0 - 0.14441X_1 + 0.17215X_2 + 0.150531X_3 + 0.03888X_4$$

Dekodimi i modelit matematikor

Për dekodimin e konstantes k_0 dhe k_1, k_2, k_3, k_4 duhet të zëvendësohen vlerat reale (të dekoduar) të madhësive hyrëse sipas niveleve nga tabela

Shpejtësitë e llogarituara

$$v_{1max} = X_{1max} = 180; \quad f_{2max} = X_{2max} = 0.285$$

$$v_{1min} = X_{1min} = 100; \quad f_{2min} = X_{2min} = 0.125$$

$$a_{3max} = X_{3max} = 0.8; \quad r_{4max} = X_{4max} = 1.2$$

$$a_{3min} = X_{3min} = 0.2; \quad r_{4min} = X_{4min} = 0.8$$

$$A_1 = \frac{2}{\ln \frac{X_{1max}}{X_{1min}}} = \frac{2}{\ln \frac{180}{100}} = 3.4026$$

$$A_2 = \frac{2}{\ln \frac{X_{2max}}{X_{2min}}} = \frac{2}{\ln \frac{0.285}{0.125}} = 2.42666$$

$$A_3 = \frac{2}{\ln \frac{X_{3max}}{X_{3min}}} = \frac{2}{\ln \frac{0.8}{0.2}} = 1.44269$$

$$A_4 = \frac{2}{\ln \frac{X_{4max}}{X_{4min}}} = \frac{2}{\ln \frac{1.2}{0.8}} = 4.93261$$

$$a_1 = 1 - A_1 \ln X_{1max} = 1 - 3.4026 \cdot \ln 180 = -16.67$$

$$a_2 = 1 - A_2 \ln X_{2max} = 1 - 2.42666 \cdot \ln 0.285 = 4.04611$$

$$a_3 = 1 - A_3 \ln X_{3max} = 1 - 1.44269 \cdot \ln 0.8 = 1.32193$$

$$a_4 = 1 - A_4 \ln X_{4max} = 1 - 4.93261 \cdot \ln 0.8 = 0.10067$$

Me zëvendësimin e vlerave të shprehjeve në ekuacionet fitohen vlerat e p_0, p_1, p_2, p_3 dhe p_4 :

a) Për Ra

$$p_0 = b_0 + b_1 \cdot a_1 + b_2 \cdot a_2 + b_3 \cdot a_3 + b_4 \cdot a_4$$

$$p_0 = 2.98000509 - 0.13164 \cdot (-16.67) + 0.18727 \cdot 4.04611 + 0.17162 \cdot 1.32193 + (-0.05716) \cdot 0.10067 = 6.153153875$$

Llogarisim koeficientet:

$$p_1 = p_v = A_1 \cdot b_1 = 3.4026 \cdot (-13164) = -0.44790607$$

$$p_2 = p_f = A_2 \cdot b_2 = 2.42666 \cdot (0.18727) = 0.454440826$$

$$p_3 = p_a = A_3 \cdot b_3 = 1.44269 \cdot (0.17162) = 0.247595685$$

$$p_4 = p_h = A_4 \cdot b_4 = 4.93261 \cdot (-0.05716) = -0.281945277$$

b) Për Rz

$$p_0 = b_0 + b_1 \cdot a_1 + b_2 \cdot a_2 + b_3 \cdot a_3 + b_4 \cdot a_4$$

$$p_0 = 4.10926439 - 0.16217 \cdot (-16.67) + 0.24341 \cdot 4.04611 + 0.15191 \cdot 1.32193 - 0.05255 \cdot (0.10067) = 7.993037466$$

Llogarisim koeficientet:

$$p_1 = p_v = A_1 \cdot b_1 = 3.4026 \cdot (-0.16217) = -0.55181293$$

$$p_2 = p_f = A_2 \cdot b_2 = 2.42666 \cdot (0.24341) = 0.590685973$$

$$p_3 = p_a = A_3 \cdot b_3 = 1.44269 \cdot (0.15191) = 0.219159973$$

$$p_4 = p_h = A_4 \cdot b_4 = 4.93261 \cdot (-0.05255) = -0.259187719$$

c) Për Rq

$$p_0 = b_0 + b_1 \cdot a_1 + b_2 \cdot a_2 + b_3 \cdot a_3 + b_4 \cdot a_4$$

$$p_0 = 4.39109911 - 0.14441 \cdot (-16.67) + 0.17215 \cdot 4.04611 + 0.150531 \cdot 1.32193 - 0.03888 \cdot (0.10067) = 6.315709004$$

Llogarisim koeficientet:

$$p_1 = p_v = A_1 \cdot b_1 = 3.4026 \cdot (-0.13707) = -0.4664101$$

$$p_2 = p_f = A_2 \cdot b_2 = 2.42666 \cdot (0.18183) = 0.441244094$$

$$p_3 = p_a = A_3 \cdot b_3 = 1.44269 \cdot (0.166182) = 0.239750005$$

$$p_4 = p_h = A_4 \cdot b_4 = 4.93261 \cdot (-0.0626) = -0.308769834$$

d) Për Rt

$$p_0 = b_0 + b_1 \cdot a_1 + b_2 \cdot a_2 + b_3 \cdot a_3 + b_4 \cdot a_4$$

$$p_0 = 4.39109911 - 0.14441 \cdot (-16.67) + 0.17215 \cdot 4.04611 + 0.150531 \cdot 1.32193 - 0.03888 \cdot (0.10067) = 7.69005206$$

Llogarisim koeficientet

$$p_1 = p_v = A_1 \cdot b_1 = 3.4026 \cdot (-0.14441) = -0.49138368$$

$$p_2 = p_f = A_2 \cdot b_2 = 2.42666 \cdot 0.17215 = 0.417761344$$

$$p_3 = p_a = A_3 \cdot b_3 = 1.44269 \cdot 0.150531 = 0.217170693$$

$$p_4 = p_h = A_4 \cdot b_4 = 4.93261 \cdot (-0.03888) = -0.191777763$$

Me zëvendësimin e barazimeve fitohet ekuacioni empirik i kërkuar i ashpërsisë së sipërfaqes së përpunuar në koordinata logaritmike

a) Për Ra

$$\begin{aligned} \overline{Ya} &= p_0 + p_1 \ln v + p_2 \ln f + p_3 \ln a + p_4 \ln r \\ &= 6.153153875 - 0.44790607 \cdot \ln v + 0.454440826 \cdot \ln f + 0.247595685 \\ &\quad \cdot \ln a - 0.281945277 \cdot \ln r \end{aligned}$$

b) Për Rz

$$\begin{aligned} \overline{Yz} &= p_0 + p_1 \ln v + p_2 \ln f + p_3 \ln a + p_4 \ln r \\ &= 7.993037466 - 0.55181293 \cdot \ln v + 0.590685973 \cdot \ln f + 0.219159973 \\ &\quad \cdot \ln a - 0.259187719 \cdot \ln r \end{aligned}$$

c) Për Rq

$$\begin{aligned} \overline{Yq} &= p_0 + p_1 \ln v + p_2 \ln f + p_3 \ln a + p_4 \ln r \\ &= 6.315709004 - 0.4664101 \cdot \ln v + 0.441244094 \cdot \ln f + 0.239750005 \\ &\quad \cdot \ln a - 0.308769834 \cdot \ln r \end{aligned}$$

d) Për Rt

$$\begin{aligned}\bar{Y}_t &= p_0 + p_1 \ln v + p_2 \ln f + p_3 \ln a + p_4 \ln r \\ &= 7.69005206 - 0.49138368 \cdot \ln v + 0.417761344 \cdot \ln f + 0.217170693 \\ &\quad \cdot \ln a - 0.191777763 \cdot \ln r\end{aligned}$$

ku janë:

$$C_{Ra} = \exp(p_0) = \exp(6.153153875) = 470.1979965$$

$$\bar{Y} = \ln Ra \text{ gjegj.}, Ra \exp(\bar{Y})$$

$$C_{Rz} = \exp(p_0) = \exp(7.993037466) = 2960.275052$$

$$\bar{Y} = \ln Rz \text{ gjegj.}, Rz \exp(\bar{Y})$$

$$C_{Rq} = \exp(p_0) = \exp(6.315709004) = 553.1941387$$

$$\bar{Y} = \ln Rq \text{ gjegj.}, Rq \exp(\bar{Y})$$

$$C_{Rt} = \exp(p_0) = \exp(7.69005206) = 2186.488387$$

$$\bar{Y} = \ln Rt \text{ gjegj.}, Rt \exp(\bar{Y})$$

Me antilogaritmin e shprehjes fitohet varësia e kërkuar në formë eksponenciale:

a) për Ra

$$R_a = C \cdot V^{kv} \cdot f^{kf} \cdot a^{ka} \cdot r^{kr}$$

$$R_a = 470.1979965 \cdot V^{-44790607} \cdot f^{0.4544440826} \cdot a^{0.247595685} \cdot r^{-0.281945277}$$

b) Për Rz

$$R_z = C \cdot V^{kv} \cdot f^{kf} \cdot a^{ka} \cdot r^{kr}$$

$$R_z = 2960.275052 \cdot V^{-0.55181293} \cdot f^{0.590685973} \cdot a^{0.219159973} \cdot r^{-0.259187719}$$

c) Për Rq

$$R_q = C \cdot V^{kv} \cdot f^{kf} \cdot a^{ka} \cdot r^{kr}$$

$$R_q = 553.1941387 \cdot V^{-0.4664101} \cdot f^{0.441244094} \cdot a^{0.239750005} \cdot r^{-0.308769834}$$

d) Për Rt

$$R_t = C \cdot V^{kv} \cdot f^{kf} \cdot a^{ka} \cdot r^{kr}$$

$$R_t = 2186.488387 \cdot V^{-0.49138368} \cdot f^{0.417761344} \cdot a^{0.217170693} \cdot r^{-0.191777763}$$

Forma e dekoduar e ekuacionit do të jetë:

a) për R_a

$$R_a = C \cdot V^{kv} \cdot f^{kf} \cdot a^{ka} \cdot r^{kr}$$

$$R_a = 470.1979965 \cdot v^{-44790607} \cdot f^{0.454440826} \cdot a^{0.247595685} \cdot r^{-0.281945277}$$

$$R_{a1(-1-1-1-1)} = 470.1979965 \cdot 100^{-44790607} \cdot 0.125^{0.454440826} \cdot 0.2^{0.247595685} \cdot 0.8^{-0.281945277} = 16.6084$$

$$R_{a2(-1-1-1+1)} = 470.1979965 \cdot 100^{-44790607} \cdot 0.125^{0.454440826} \cdot 0.2^{0.247595685} \cdot 1.2^{-0.281945277} = 14.8142$$

$$R_{a3(-1-1+1-1)} = 470.1979965 \cdot 100^{-44790607} \cdot 0.125^{0.454440826} \cdot 0.8^{0.247595685} \cdot 0.8^{-0.281945277} = 14.81429$$

$$R_{a4(-1-1+1+1)} = 470.1979965 \cdot 100^{-44790607} \cdot 0.125^{0.454440826} \cdot 0.8^{0.247595685} \cdot 1.2^{-0.281945277} = 23.4097$$

$$R_{a5(-1+1-1-1)} = 470.1979965 \cdot 100^{-44790607} \cdot 0.285^{0.454440826} \cdot 0.2^{0.247595685} \cdot 0.8^{-0.281945277} = 20.8808$$

$$R_{a6(-1+1-1+1)} = 470.1979965 \cdot 100^{-44790607} \cdot 0.285^{0.454440826} \cdot 0.2^{0.247595685} \cdot 1.2^{-0.281945277} = 24.1540$$

$$R_{a7(-1+1+1-1)} = 470.1979965 \cdot 100^{-44790607} \cdot 0.285^{0.454440826} \cdot 0.8^{0.247595685} \cdot 0.8^{-0.281945277} = 21.54473$$

$$R_{a8(-1+1+1+1)} = 470.1979965 \cdot 100^{-44790607} \cdot 0.285^{0.454440826} \cdot 0.8^{0.247595685} \cdot 1.2^{-0.281945277} = 34.0452$$

$$R_{a9(+1-1-1-1)} = 470.1979965 \cdot 180^{-44790607} \cdot 0.125^{0.454440826} \cdot 0.2^{0.247595685} \cdot 0.8^{-0.281945277} = 30.36746$$

$$R_{a10(+1-1-1+1)} = 470.1979965 \cdot 180^{-44790607} \cdot 0.125^{0.454440826} \cdot 0.2^{0.247595685} \cdot 1.2^{-0.281945277} = 12.7$$

$$R_{a11(+1-1+1-1)} = 470.1979965 \cdot 180^{-44790607} \cdot 0.125^{0.454440826} \cdot 0.8^{0.247595685} \cdot 0.8^{-0.281945277} = 11.3852$$

$$R_{a12(+1-1+1+1)} = 470.1979965 \cdot 180^{-44790607} \cdot 0.125^{0.454440826} \cdot 0.8^{0.247595685} \cdot 1.2^{-0.281945277} = 17.9911$$

$$R_{a13(+1+1-1-1)} = 470.1979965 \cdot 180^{-44790607} \cdot 0.285^{0.454440826} \cdot 0.2^{0.247595685} \cdot 0.8^{-0.281945277} = 18.5$$

$$R_{a14(+1+1-1+1)} = 470.1979965 \cdot 180^{-44790607} \cdot 0.285^{0.454440826} \cdot 0.2^{0.247595685} \cdot 1.2^{-0.281945277} = 16.55$$

$$R_{a15(+1+1+1-1)} = 470.1979965 \cdot 180^{-44790607} \cdot 0.285^{0.454440826} \cdot 0.8^{0.247595685} \cdot 0.8^{-0.281945277} = 26.164$$

$$R_{a16(+1+1+1+1)} = 470.1979965 \cdot 180^{-44790607} \cdot 0.285^{0.454440826} \cdot 0.8^{0.247595685} \cdot 1.2^{-0.281945277} = 23.3383$$

$$R_{a17(0\ 0\ 0\ 0)} = \dots = R_{a24(0\ 0\ 0\ 0)} = 470.1979965 \cdot 135^{-44790607} \cdot 0.185^{0.454440826} \cdot 0.4^{0.247595685} \cdot 1^{-0.281945277} = 19.343$$

b) për Rz

$$R_z = C \cdot V^{kv} \cdot f^{kf} \cdot a^{ka} \cdot r^{kr}$$

$$R_z = 2960.275052 \cdot V^{-0.55181293} \cdot f^{0.590685973} \cdot a^{0.219159973} \cdot r^{-0.259187719}$$

$$R_{z1(-1-1-1-1)} = 2960.275052 \cdot 100^{-0.55181293} \cdot 0.125^{0.590685973} \cdot 0.2^{0.219159973} \cdot 0.8^{-0.259187719} = 50.838$$

$$R_{z2(-1-1-1+1)} = 2960.275052 \cdot 100^{-0.55181293} \cdot 0.125^{0.590685973} \cdot 0.2^{0.219159973} \cdot 1.2^{-0.259187719} = 45.767$$

$$R_{z3(-1-1+1-1)} = 2960.275052 \cdot 80^{-0.55181293} \cdot 0.125^{0.590685973} \cdot 0.8^{0.219159973} \cdot 0.8^{-0.259187719} = 68.887$$

$$R_{z4(-1-1+1+1)} = 2960.275052 \cdot 100^{-0.55181293} \cdot 0.125^{0.590685973} \cdot 0.8^{0.219159973} \cdot 1.2^{-0.259187719} = 62.015$$

$$R_{z5(-1+1-1-1)} = 2960.275052 \cdot 100^{-0.55181293} \cdot 0.285^{0.590685973} \cdot 0.2^{0.219159973} \cdot 0.8^{-0.259187719} = 82.722$$

$$R_{z6(-1+1-1+1)} = 2960.275052 \cdot 100^{-0.55181293} \cdot 0.285^{0.590685973} \cdot 0.2^{0.219159973} \cdot 1.2^{-0.259187719} = 74.470$$

$$R_{z7(-1+1+1-1)} = 2960.275052 \cdot 100^{-0.55181293} \cdot 0.285^{0.590685973} \cdot 0.8^{0.219159973} \cdot 0.8^{-0.259187719} = 112.090$$

$$R_{z8(-1+1+1+1)} = 2960.275052 \cdot 100^{-0.55181293} \cdot 0.285^{0.590685973} \cdot 0.8^{0.219159973} \cdot 1.2^{-0.259187719} = 100.908$$

$$R_{z9(+1-1-1-1)} = 2960.275052 \cdot 180^{-0.55181293} \cdot 0.125^{0.590685973} \cdot 0.2^{0.219159973} \cdot 0.8^{-0.259187719} = 36.75$$

$$R_{z10(+1-1-1+1)} = 2960.275052 \cdot 180^{-0.55181293} \cdot 0.125^{0.590685973} \cdot 0.2^{0.219159973} \cdot 1.2^{-0.259187719} = 33.089$$

$$R_{z11(+1-1+1-1)} = 2960.275052 \cdot 180^{-0.55181293} \cdot 0.125^{0.590685973} \cdot 0.8^{0.219159973} \cdot 0.8^{-0.259187719} = 49.805$$

$$R_{z12(+1-1+1+1)} = 2960.275052 \cdot 180^{-0.55181293} \cdot 0.125^{0.590685973} \cdot 0.8^{0.219159973} \cdot 1.2^{-0.259187719} = 33.089$$

$$R_{z13(+1+1-1-1)} = 2960.275052 \cdot 180^{-0.55181293} \cdot 0.285^{0.590685973} \cdot 0.2^{0.219159973} \cdot 0.8^{-0.259187719} = 59.8$$

$$R_{z14(+1+1-1+1)} = 2960.275052 \cdot 180^{-0.55181293} \cdot 0.285^{0.590685973} \cdot 0.2^{0.219159973} \cdot 1.2^{-0.259187719} = 53.8$$

$$R_{z15(+1+1+1-1)} = 2960.275052 \cdot 180^{-0.55181293} \cdot 0.285^{0.590685973} \cdot 0.8^{0.219159973} \cdot 0.8^{-0.259187719} = 81.041$$

$$R_{z16(+1+1+1+1)} = 2960.275052 \cdot 180^{-0.55181293} \cdot 0.285^{0.590685973} \cdot 0.8^{0.219159973} \cdot 1.2^{-0.259187719} = 72.956$$

$$R_{z17(0\ 0\ 0\ 0)} = \dots = R_{z24(0\ 0\ 0\ 0)} = 2960.275052 \cdot 135^{-0.55181293} \cdot 0.185^{0.590685973} \cdot 0.4^{0.219159973} \cdot 1^{-0.259187719} = 59.662$$

c) për Rq

$$R_q = C \cdot V^{kv} \cdot f^{kf} \cdot a^{ka} \cdot r^{kr}$$

$$R_q = 553.1941387 \cdot V^{-0.4664101} \cdot f^{0.441244094} \cdot a^{0.239750005} \cdot r^{-0.308769834}$$

$$R_{q1(-1-1-1-1)} = 553.1941387 \cdot 100^{-0.4664101} \cdot 0.125^{0.441244094} \cdot 0.2^{0.239750005} \cdot 0.8^{-0.308769834} = 18.789667$$

$$R_{q2(-1-1-1+1)} = 553.1941387 \cdot 100^{-0.4664101} \cdot 0.125^{0.441244094} \cdot 0.2^{0.239750005} \cdot 1.2^{-0.308769834} = 16.578583$$

$$R_{q3(-1-1+1-1)} = 553.1941387 \cdot 100^{-0.4664101} \cdot 0.125^{0.441244094} \cdot 0.8^{0.239750005} \cdot 0.8^{-0.308769834} = 26.1976$$

$$R_{q4(-1-1+1+1)} = 553.1941387 \cdot 100^{-0.4664101} \cdot 0.125^{0.441244094} \cdot 0.8^{0.239750005} \cdot 1.2^{-0.308769834} = 23.114861$$

$$R_{q5(-1+1-1-1)} = 553.1941387 \cdot 100^{-0.4664101} \cdot 0.285^{0.441244094} \cdot 0.2^{0.239750005} \cdot 0.8^{-0.308769834} = 27.030602$$

$$R_{q6(-1+1-1+1)} = 553.1941387 \cdot 100^{-0.4664101} \cdot 0.285^{0.441244094} \cdot 0.2^{0.239750005} \cdot 1.2^{-0.308769834} = 23.849762$$

$$R_{q7(-1+1+1-1)} = 553.1941387 \cdot 100^{-0.4664101} \cdot 0.285^{0.441244094} \cdot 0.8^{0.239750005} \cdot 0.8^{-0.308769834} = 37.687697$$

$$R_{q8(-1+1+1+1)} = 553.1941387 \cdot 100^{-0.4664101} \cdot 0.285^{0.441244094} \cdot 0.8^{0.239750005} \cdot 1.2^{-0.308769834} = 33.25277$$

$$R_{q9(+1-1-1-1)} = 553.1941387 \cdot 180^{-0.4664101} \cdot 0.125^{0.441244094} \cdot 0.2^{0.239750005} \cdot 0.8^{-0.308769834} = 14.28424$$

$$R_{q10(+1-1-1+1)} = 553.1941387 \cdot 180^{-0.4664101} \cdot 0.125^{0.441244094} \cdot 0.8^{0.239750005} \cdot 1.2^{-0.308769834} = 12.6033$$

$$R_{q11(+1-1+1-1)} = 553.1941387 \cdot 180^{-0.4664101} \cdot 0.125^{0.441244094} \cdot 0.8^{0.239750005} \cdot 0.8^{-0.308769834} = 19.915962$$

$$R_{q12(+1-1+1+1)} = 553.1941387 \cdot 180^{-0.4664101} \cdot 0.125^{0.441244094} \cdot 0.8^{0.239750005} \cdot 1.2^{-0.308769834} = 12.60334$$

$$R_{q13(+1+1-1-1)} = 553.1941387 \cdot 180^{-0.4664101} \cdot 0.285^{0.441244094} \cdot 0.2^{0.239750005} \cdot 0.8^{-0.308769834} = 20.54915$$

$$R_{q14(+1+1-1+1)} = 553.1941387 \cdot 180^{-0.4664101} \cdot 0.285^{0.441244094} \cdot 0.2^{0.239750005} \cdot 1.2^{-0.308769834} = 18.1310$$

$$R_{q15(+1+1+1-1)} = 553.1941387 \cdot 180^{-0.4664101} \cdot 0.285^{0.441244094} \cdot 0.8^{0.239750005} \cdot 0.8^{-0.308769834} = 28.650877$$

$$R_{q16(+1+1+1+1)} = 553.1941387 \cdot 180^{-0.4664101} \cdot 0.285^{0.441244094} \cdot 0.8^{0.239750005} \cdot 1.2^{-0.308769834} = 25.27937$$

$$R_{q17(0\ 0\ 0\ 0)} = \dots = R_{q24(0\ 0\ 0\ 0)} = 553.1941387 \cdot 135^{-0.4664101} \cdot 0.185^{0.441244094} \cdot 0.4^{0.239750005} \cdot 1^{-0.308769834} = 21.404551$$

d) Për Rt:

$$R_t = C \cdot V^{kv} \cdot f^{kf} \cdot a^{ka} \cdot r^{kr}$$

$$R_t = 2186.488387 \cdot V^{-0.49138368} \cdot f^{0.417761344} \cdot a^{0.217170693} \cdot r^{-0.191777763}$$

$$R_{t1(-1-1-1-1)} = 2186.488387 \cdot 100^{-0.49138368} \cdot 0.125^{0.417761344} \cdot 0.2^{0.217170693} \cdot 0.8^{-0.191777763} = 70.225220$$

$$R_{t2(-1-1-1+1)} = 2186.488387 \cdot 100^{-0.49138368} \cdot 0.125^{0.417761344} \cdot 0.2^{0.217170693} \cdot 1.2^{-0.191777763} = 64.971474$$

$$R_{t3(-1-1+1-1)} = 2186.488387 \cdot 100^{-0.49138368} \cdot 0.125^{0.417761344} \cdot 0.8^{0.217170693} \cdot 0.8^{-0.191777763} = 100.3084453$$

$$R_{t4(-1-1+1+1)} = 2186.488387 \cdot 100^{-0.49138368} \cdot 0.125^{0.417761344} \cdot 0.8^{0.217170693} \cdot 1.2^{-0.191777763} = 87.79555$$

$$R_{t5(-1+1-1-1)} = 2186.488387 \cdot 100^{-0.49138368} \cdot 0.285^{0.417761344} \cdot 0.2^{0.217170693} \cdot 0.8^{-0.191777763} = 99.088774$$

$$R_{t6(-1+1-1+1)} = 2186.488387 \cdot 100^{-0.49138368} \cdot 0.285^{0.417761344} \cdot 0.2^{0.217170693} \cdot 1.2^{-0.191777763} = 91.675664$$

$$R_{t7(-1+1+1-1)} = 2186.488387 \cdot 100^{-0.49138368} \cdot 0.285^{0.417761344} \cdot 0.8^{0.217170693} \cdot 0.8^{-0.191777763} = 133.8980469$$

$$R_{t8(-1+1+1+1)} = 2186.488387 \cdot 100^{-0.49138368} \cdot 0.285^{0.417761344} \cdot 0.8^{0.217170693} \cdot 1.2^{-0.191777763} = 123.8807581$$

$$R_{t9(+1-1-1-1)} = 2186.488387 \cdot 180^{-0.49138368} \cdot 0.125^{0.417761344} \cdot 0.2^{0.217170693} \cdot 0.8^{-0.191777763} = 52.60855$$

$$R_{t10(+1-1-1+1)} = 2186.488387 \cdot 180^{-0.49138368} \cdot 0.125^{0.417761344} \cdot 0.2^{0.217170693} \cdot 1.2^{-0.191777763} = 48.6727$$

$$R_{t11(+1-1+1-1)} = 2186.488387 \cdot 180^{-0.49138368} \cdot 0.125^{0.417761344} \cdot 0.8^{0.217170693} \cdot 0.8^{-0.191777763} = 17.97071$$

$$R_{t12(+1-1+1+1)} = 2186.488387 \cdot 180^{-0.49138368} \cdot 0.125^{0.417761344} \cdot 0.8^{0.217170693} \cdot 1.2^{-0.191777763} = 65.771200$$

$$R_{t13(+1+1-1-1)} = 2186.488387 \cdot 180^{-0.49138368} \cdot 0.285^{0.417761344} \cdot 0.2^{0.217170693} \cdot 0.8^{-0.191777763} = 100.5015$$

$$R_{t14(+1+1-1+1)} = 2186.488387 \cdot 180^{-0.49138368} \cdot 0.285^{0.417761344} \cdot 0.2^{0.217170693} \cdot 1.2^{-0.191777763} = 68.67795$$

$$R_{t15(+1+1+1-1)} = 2186.488387 \cdot 180^{-0.49138368} \cdot 0.285^{0.417761344} \cdot 0.8^{0.217170693} \cdot 0.8^{-0.191777763} = 100.3084$$

$$R_{t16(+1+1+1+1)} = 2186.488387 \cdot 180^{-0.49138368} \cdot 0.285^{0.417761344} \cdot 0.8^{0.217170693} \cdot 1.2^{-0.191777763} = 92.804088$$

$$R_{t17(0\ 0\ 0\ 0)} = \dots = R_{t24(0\ 0\ 0\ 0)} = 2186.488387 \cdot 135^{-0.49138368} \cdot 0.185^{0.417761344} \cdot 0.4^{0.217170693} \cdot 1^{-0.191777763} = 79.500104$$

Tabela 5.10. Llogaritjet për analizën dispersive për Ra

Nr.	Vlera eksperimentale		Vlerat e logaritmuara		$(Y - \hat{Y})$	$(Y - \hat{Y})^2$
	Ra	$Y = \ln Ra$	Rallog	$\hat{Y} = \ln Rallog$		
1	27.132	3.300713843	16.6084	2.809911	0.490802392	0.24088699
2	8.024	2.082437051	14.8142	2.695592	-0.613155428	0.37595958
3	31.969	3.464766683	14.81429	3.153152	0.311614731	0.09710374
4	18.324	2.908211676	23.4097	3.038833	-0.130621305	0.01706193
5	30.254	3.409628407	20.8808	3.18445	0.225177987	0.05070513
6	17.354	2.853823027	24.1540	3.070131	-0.216308421	0.04678933
7	29.231	3.37522979	21.54473	3.527691	-0.152461132	0.0232444
8	28.295	3.342685111	34.0452	3.413372	-0.070686839	0.00499663
9	6.235	1.830178579	30.36746	2.546638	-0.716459657	0.51331444
10	19.125	2.95099638	12.7	2.432319	0.518677116	0.26902595
11	13.978	2.637484665	11.3852	2.889879	-0.252394072	0.06370277
12	20.317	3.011457974	17.9911	2.432319	0.57913871	0.33540165
13	22.462	3.111824993	18.5	2.921177	0.190647788	0.03634658
14	15.988	2.771838441	16.55	2.806858	-0.035019792	0.00122639
15	20.325	3.011851655	26.164	3.264418	-0.252566051	0.06378961
16	27.267	3.30567718	23.3383	3.150099	0.155578445	0.02420465
17	18.235	2.903342824	19.343	2.962359	-0.059015869	0.00348287
18	24.214	3.186930978	19.343	2.962359	0.224572285	0.05043271
19	18.132	2.897678333	19.343	2.962359	-0.06468036	0.00418355
20	24.026	3.179136577	19.343	2.962359	0.216777884	0.04699265
21	16.024	2.774087598	19.343	2.962359	-0.188271095	0.03544601
22	15.256	2.724972868	19.343	2.962359	-0.237385825	0.05635203
23	26.215	3.266331766	19.343	2.962359	0.303973073	0.09239963
24	24.999	3.218835824	19.343	2.962359	0.256477131	0.06578052
					Σ	2.5188297

Tabela 5.11. Llogaritjet për analizën dispersive për Rz

Nr.	Vlera eksperimentale		Vlerat e logaritmuara		$(Y - \hat{Y})$	$Y - \hat{Y}^2$
	Rz	$Y = \ln Rz$	Rzlllog	$\hat{Y} = \ln Rzlllog$		
1	78.300	4.36542458	50.838	3.827623887	0.436764819	0.190763507
2	24.000	3.181049339	45.767	4.049096598	-0.642518846	0.412830467
3	99.200	4.596168795	68.887	4.065859478	0.363688798	0.132269542
4	54.056	3.990016846	62.015	4.287332188	-0.137371574	0.018870949
5	95.300	4.55703086	82.722	4.312555758	0.141542226	0.020034202
6	67.854	4.217360401	74.470	4.534028469	-0.093036657	0.008655819
7	114.878	4.743869216	112.090	4.550791349	0.024560346	0.000603211
8	84.319	4.434608411	100.908	4.772264059	-0.179608882	0.032259351
9	19.329	2.961580691	36.75	3.497450572	-0.642730789	0.413102867
10	55.480	4.022579996	33.089	3.718923283	0.523360093	0.273905787
11	37.800	3.630736438	49.805	3.735686163	-0.277395277	0.07694814
12	59.935	4.093263144	33.089	3.957158873	0.594043241	0.352887372
13	69.632	4.243227104	59.8	3.982382444	0.152086751	0.02313038
14	56.000	4.024601409	53.8	4.203855154	0.038552633	0.001486306
15	60.975	4.110463944	81.041	4.220618034	-0.284496644	0.08093834
16	81.801	4.404289468	72.956	4.442090744	0.114420457	0.013092041
17	55.799	4.02175774	59.662	4.178251092	-0.066948238	0.004482067
18	71.431	4.268736149	59.662	4.178251092	0.18003017	0.032410862
19	54.540	4.006240953	59.662	4.178251092	-0.082465026	0.00680048
20	76.800	4.342287387	59.662	4.178251092	0.253581409	0.064303531
21	47.591	3.862649551	59.662	4.178251092	-0.226056427	0.051101508
22	44.700	3.799975291	59.662	4.178251092	-0.288730687	0.08336541
23	82.577	4.413734219	59.662	4.178251092	0.325028241	0.105643357
24	76.000	4.330693339	59.662	4.178251092	0.241987361	0.058557883
Σ						2.458443

Tabela 5. 12. Llogaritjet për analizën dispersive për Rq

Nr.	Vlera eksperimentale		Vlerat e logaritmuara		$(Y - \hat{Y})$	$(Y - \hat{Y})^2$
	Rq	$Y = \ln Rq$	Rqlllog	$\hat{Y} = \ln Rqlllog$		
1	32.558	3.483035	18.789667	2.933307067	0.549728333	0.30220124
2	8.826	2.177747	16.578583	2.808111672	-0.630364442	0.39735933
3	35.166	3.560077	26.1976	3.265671146	0.294405717	0.086674726
4	20.156	3.003522	23.114861	3.140475752	-0.136953896	0.01875637
5	33.279	3.504939	27.030602	3.296969614	0.207968973	0.043251094
6	19.089	2.949133	23.849762	3.171774219	-0.222641012	0.04956902
7	32.154	3.47054	37.687697	3.629333693	-0.158793723	0.025215447
8	31.125	3.437995	33.25277	3.504138299	-0.066143009	0.004374898
9	6.859	1.925489	14.28424	2.659157429	-0.73366867	0.538269718
10	21.038	3.046307	12.6033	2.533962035	0.512344524	0.262496912
11	15.376	2.732795	19.915962	2.991521509	-0.258726664	0.066939487
12	22.349	3.106768	12.60334	2.533962035	0.572806119	0.32810685
13	24.708	3.207135	20.54915	3.022819976	0.184315196	0.033972092
14	17.587	2.867149	18.1310	2.897624582	-0.030475961	0.000928784
15	22.358	3.107162	28.650877	3.355184056	-0.248022221	0.061515022
16	29.994	3.400987	25.27937	3.229988662	0.170998698	0.029240555
17	20.059	2.998653	21.404551	3.063603552	-0.064950548	0.004218574
18	26.635	3.282241	21.404551	3.063603552	0.218637606	0.047802403
19	19.945	2.992989	21.404551	3.063603552	-0.070615039	0.004986484
20	26.429	3.274447	21.404551	3.063603552	0.210843205	0.044454857
21	18.428	2.91385	21.404551	3.063603552	-0.149754011	0.022426264
22	16.586	2.820283	21.404551	3.063603552	-0.255044586	0.065047741
23	28.837	3.361642	21.404551	3.063603552	0.298038394	0.088826884
24	28.400	3.314146	21.404551	3.063603552	0.549728333	0.079967692
					Σ	2.60660244

Tabela 5. 13. Llogaritjet për analizën dispersive për Rt

Nr.	Vlera eksperimentale		Vlerat e logaritmuara		$(Y - \hat{Y})$	$(Y - \hat{Y})^2$
	Rt	$Y = \ln Rt$	Rt_{\log}	$\hat{Y} = \ln Rt_{\log}$		
1	108.000	4.687008	70.225220	4.251707519	0.435300686	0.189486687
2	40.000	3.691875	64.971474	4.173948327	-0.482073364	0.232394728
3	128.000	4.851061	100.3084453	4.608249892	0.242811153	0.058957256
4	73.296	4.294506	87.79555	4.475010834	-0.180504797	0.032581982
5	121.016	4.795923	99.088774	4.596016159	0.199906609	0.039962652
6	78.093	4.3579	91.675664	4.518256968	-0.160356543	0.025714221
7	116.924	4.761524	133.8980469	4.897078666	-0.135554515	0.018375027
8	113.180	4.728979	123.8807581	4.819319475	-0.090340003	0.008161316
9	28.058	3.334256	52.60855	3.962878744	-0.628622768	0.395166585
10	72.200	4.285997	48.6727	3.885119553	0.400877894	0.160703086
11	54.600	3.998461	17.97071	2.888743235	1.109717983	1.231474002
12	89.395	4.493063	65.771200	4.18618206	0.306880455	0.094175614
13	89.848	4.498119	100.5015	4.610172791	-0.112053437	0.012555973
14	64.000	4.158133	68.67795	4.229428193	-0.071295391	0.005083033
15	81.300	4.398146	100.3084	4.608249892	-0.210103875	0.044143638
16	109.068	4.691972	92.804088	4.5304907	0.161480841	0.026076062
17	72.940	4.289637	79.500104	4.375758331	-0.086121146	0.007416852
18	96.856	4.573225	79.500104	4.375758331	0.197467008	0.038993219
19	72.000	4.283973	79.500104	4.375758331	-0.091785637	0.008424603
20	96.000	4.565431	79.500104	4.375758331	0.189672607	0.035975698
21	64.096	4.160382	79.500104	4.375758331	-0.215376372	0.046386982
22	61.024	4.111267	79.500104	4.375758331	-0.264491102	0.069955543
23	117.968	4.770409	79.500104	4.375758331	0.394650831	0.155749279
24	100.000	4.60513	79.500104	4.375758331	0.229371854	0.052611447
					Σ	2.990525

5.3.1 Vlerësimi i signifkancës së parametrave të modelit

Për vlerësimin e signifkancës (rëndësisë) së parametrave të modelit mund të shfrytëzohet çdonjëri nga dy kriteret e njohura:

Kriteri t- i Student-it ose F- i Fischer-it, meqenëse ekziston varshmëria e formës:

$$F(1,f) = t^2(f)$$

Vlerësimi i signifkancës sipas kriterit-F është paraqitur në tabelën.

Sipas këtij kriteri duhet të plotësohet kushti:

$$F_{Ri} = \frac{S_i^2}{S_E^2} > F_t$$

ku janë:

F_{Ri} – vlera e llogaritur e kriterit-F për parametrin e i-të,

S_i^2 - dispersioni i parametrin të i-të,

S_E^2 -dispersioni i rezultateve në pikën zero,

F_t - Vlera tabelare e kriterit –F e cila sipas kriterëve të dhëna ($F_{LF}=1$, $f_E=7$) atëherë $F_t= 5.59$

Dispersioni i parametrave të modelit është:

$$S_i^2 = \frac{S_{bi}}{f_i}$$

Ku është:

$$S_{bi} = \frac{S_{bi}}{f_i}$$

$$S_{bi} = b_i \cdot \sum_{u=1}^N X_{iu} \cdot Y_u = N_i \cdot b_i, \quad i = 0,1,2,3, \dots$$

Ku për $i=0$, $N_i=24$, ndërsa për $i=1,2,3$ - $N_i=16$; shkallët e lirisë $f_i = 1$.

Tabela 5.14. Shprehjet për llogaritjen e analizës dispersive

Burimi i variacionit	Shkallët e lirisë	Shuma e katrorëve	Dispersioni	Marrëdhënia dispersive F_R
b_0	$f_0=1$	$S_{b_0}=Nb_0^2$	$S_0^2 = \frac{S_0}{f_0}$	$F_{R0} = \frac{S_0^2}{S_E^2}$
b_1	$f_1=1$	$S_{b_1}=Nb_1^2$	$S_1^2 = \frac{S_1}{f_1}$	$F_{R1} = \frac{S_1^2}{S_E^2}$
b_2	$f_2=1$	$S_{b_2}=Nb_2^2$	$S_2^2 = \frac{S_2}{f_2}$	$F_{R2} = \frac{S_2^2}{S_E^2}$
b_k	$f_k=1$	$S_{b_k}=Nb_k^2$	$S_k^2 = \frac{S_k}{f_k}$	$F_{Rk} = \frac{S_k^2}{S_E^2}$
Shuma reziduale	$f_{Ri} = N - k - 1$	$S_R = \sum_{u=1}^N (Y_{eu} - Y_{empu})^2 =$ $\sum_{u=1}^N Y_{eu}^2 - N \sum_{i=0}^k b_i^2$	$S_R^2 = \frac{S_R}{f_R}$	Koeficientet janë significant nëse $F_{Ri} > F_t$
Shuma e përgjithshme	$f_u=N$	$S_u = \sum_{u=1}^N Y_{eu}^2$	$S_U^2 = \frac{S_U}{f_U}$	
Gabimet e eksperimenteve	$f_{Ei}=n_0-1$	$S_E = \sum_{v=1}^{N_0} (Y_{e0v} - Y_{emp0v})^2 =$ $\left(\sum_{u=1}^{N_0} Y_{e0u}^2 - \frac{1}{N_0} \sum_{u=1}^{N_0} Y_{e0u} \right)$	$S_E^2 = \frac{S_E}{f_E}$	
Adekuatshmëria e modelit	$f_{LF}=f_L - f_E$	$S_{LF}= S_L - S_E$	$S_{LF}^2 = \frac{S_{LF}}{f_{LF}}$	$F_{RLF} = \frac{S_{LF}^2}{S_E^2}$

Me zëvendësimin e vlerës së parametrave (bi gjegjësisht, b_0, b_1, b_2, b_3, b_4 dhe p_0, p_1, p_2, p_3, p_4) fitohen:

a) për Ra

$$S_{b0} = N \cdot b_0^2 = 24 \cdot (2.98000509)^2 = 213.130328$$

$$S_{b1} = N \cdot b_1^2 = 16 \cdot (-0.13164)^2 = 0.277251143$$

$$S_{b2} = N \cdot b_2^2 = 16 \cdot (0.18727)^2 = 0.561117757$$

$$S_{b3} = N \cdot b_3^2 = 16 \cdot (0.17162)^2 = 0.471256168$$

$$S_{b4} = N \cdot b_4^2 = 16 \cdot (-0.05716)^2 = 0.05227531$$

b) për Rz

$$S_{b0} = N \cdot b_0^2 = 24 \cdot (4.10926439)^2 = 405.265291$$

$$S_{b1} = N \cdot b_1^2 = 16 \cdot (-0.16217)^2 = 0.420807231$$

$$S_{b2} = N \cdot b_2^2 = 16 \cdot (0.24341)^2 = 0.948009407$$

$$S_{b3} = N \cdot b_3^2 = 16 \cdot (0.15191)^2 = 0.369226941$$

$$S_{b4} = N \cdot b_4^2 = 16 \cdot (-0.05255)^2 = 0.04417696$$

c) për Rq

$$S_{b0} = N \cdot b_0^2 = 24 \cdot (3.0816479)^2 = 227.917291$$

$$S_{b1} = N \cdot b_1^2 = 16 \cdot (-0.13707)^2 = 0.300632095$$

$$S_{b2} = N \cdot b_2^2 = 16 \cdot (0.18183)^2 = 0.529001792$$

$$S_{b3} = N \cdot b_3^2 = 16 \cdot (0.166182)^2 = 0.441863526$$

$$S_{b4} = N \cdot b_4^2 = 16 \cdot (-0.0626)^2 = 0.06269555$$

d) për Rt

$$S_{b0} = N \cdot b_0^2 = 24 \cdot (4.39109911)^2 = 462.762033$$

$$S_{b1} = N \cdot b_1^2 = 16 \cdot (-0.14441)^2 = 0.333688244$$

$$S_{b2} = N \cdot b_2^2 = 16 \cdot (0.17215)^2 = 0.47419376$$

$$S_{b3} = N \cdot b_3^2 = 16 \cdot (0.150531)^2 = 0.362554533$$

$$S_{b4} = N \cdot b_4^2 = 16 \cdot (-0.03888)^2 = 0.02418597$$

Disperzioni i parametrave të modelit do të jetë:

a) për Ra

$$S_0 = S_{b0}$$

$$S_0^2 = \frac{S_0}{f_0} = \frac{4213.130328}{1} = 4213.130328$$

$$S_1^2 = \frac{S_1}{f_1} = \frac{0.437167}{1} = 0.437167$$

$$S_2^2 = \frac{S_2}{f_2} = \frac{0.561117757}{1} = 0.561117757$$

$$S_3^2 = \frac{S_3}{f_3} = \frac{0.471256168}{1} = 0.471256168$$

$$S_4^2 = \frac{S_4}{f_4} = \frac{0.05227531}{1} = 0.05227531$$

b) për Rz

$$S_0^2 = \frac{S_0}{f_0} = \frac{405.265291}{1} = 405.265291$$

$$S_1^2 = \frac{S_1}{f_1} = \frac{0.420807231}{1} = 0.420807231$$

$$S_2^2 = \frac{S_2}{f_2} = \frac{0.948009407}{1} = 0.948009407$$

$$S_3^2 = \frac{S_3}{f_3} = \frac{0.369226941}{1} = 0.369226941$$

$$S_4^2 = \frac{S_4}{f_4} = \frac{0.04417696}{1} = 0.04417696$$

c) për Rq

$$S_0^2 = \frac{S_0}{f_0} = \frac{227.917291}{1} = 227.917291$$

$$S_1^2 = \frac{S_1}{f_1} = \frac{0.300632095}{1} = 0.300632095$$

$$S_2^2 = \frac{S_2}{f_2} = \frac{0.529001792}{1} = 0.529001792$$

$$S_3^2 = \frac{S_3}{f_3} = \frac{0.441863526}{1} = 0.441863526$$

$$S_4^2 = \frac{S_4}{f_4} = \frac{0.06269555}{1} = 0.06269555$$

d) për Rt

$$S_0^2 = \frac{S_0}{f_0} = \frac{462.762033}{1} = 462.762033$$

$$S_1^2 = \frac{S_1}{f_1} = \frac{0.333688244}{1} = 0.333688244$$

$$S_2^2 = \frac{S_2}{f_2} = \frac{0.47419376}{1} = 0.47419376$$

$$S_3^2 = \frac{S_3}{f_3} = \frac{0.362554533}{1} = 0.362554533$$

$$S_4^2 = \frac{S_4}{f_4} = \frac{0.02418597}{1} = 0.02418597$$

ndërsa, dispersioni i rezultateve në pikën zero përcaktohet:

a) për Ra

$$S_E = \sum_{v=1}^{N_o} (Y_{e0u} - \hat{Y}_{emp0v})^2 = (0.00348287 + 0.05043271 + 0.00418355 + 0.04699265 + 0.03544601 + 0.05635203 + 0.09239963 + 0.06578052) = 0.32948141$$

$$S_E^2 = \frac{S_E}{f_E} = \frac{0.32948141}{7} = 0.047068772$$

b) për Rz

$$S_E = \sum_{v=1}^{N_o} (Y_{e0u} - \hat{Y}_{emp0v})^2 = (0.004482067 + 0.032410862 + 0.00680048 + 0.064303531 + 0.051101508 + 0.08336541 + 0.105643357 + 0.058557883) = 0.39251722$$

$$S_E^2 = \frac{S_E}{f_E} = \frac{0.39251722}{7} = 0.056073889$$

c) për Rq

$$S_E = \sum_{v=1}^{N_o} (Y_{e0u} - \hat{Y}_{emp0v})^2 = (0.004218574 + 0.047802403 + 0.004986484 + 0.044454857 + 0.022426264 + 0.065047741 + 0.088826884 + 0.079967692) = 0.33012538$$

$$S_E^2 = \frac{S_E}{f_E} = \frac{0.33012538}{7} = 0.047160768$$

d) për Rt

$$S_E = \sum_{v=1}^{N_o} (Y_{e0u} - \hat{Y}_{emp0v})^2 = (0.007416852 + 0.038993219 + 0.008424603 + 0.035975698 + 0.046386982 + 0.069955543 + 0.155749279 + 0.052611447) = 0.39990323$$

$$S_E^2 = \frac{S_E}{f_E} = \frac{0.39990323}{7} = 0.057129033$$

ku janë:

Y_{emp0} - vlerat logaritmike empirike (llogaritura) për nivelin zero

Y_{e0} - vlerat logaritmike eksperimentale (matura) për nivelin zero

Duke formuar raportin e dispersioneve të parametrave të modelit ndaj dispersionit në pikën zero, do të kemi:

Sipas kriterit të Fisher-it

Koeficientet janë signifikant nëse është:

$$F_{ri} \geq F_t$$

Për $\alpha=0.05$, vlerat tabelare për: n_1 (numëruesi) = $f_i = 1$, n_2 (emëruesi) = $f_E = 7$:

$$F_t(\alpha, f_i, f_E) = 5.59$$

a) Për Ra

$$F_{r(b_0)} = \frac{S_{b_0}}{S_E^2} = \frac{213.130328}{0.047068772} = 4528.06221 > F_t = 5.59$$

$$F_{r(b_1)} = \frac{S_{b_1}}{S_E^2} = \frac{0.437167}{0.047068772} = 5.890342 > F_t = 5.59$$

$$F_{r(b_2)} = \frac{S_{b_2}}{S_E^2} = \frac{0.561117757}{0.047068772} = 11.9212321 > F_t = 5.59$$

$$F_{r(b_3)} = \frac{S_{b_3}}{S_E^2} = \frac{0.471256168}{0.047068772} = 10.01208 > F_t = 5.59$$

$$F_{r(b_4)} = \frac{S_{b_4}}{S_E^2} = \frac{0.05227531}{0.047068772} = 1.110615533 < F_t = 5.59$$

b) Për Rz:

$$Fr_{(b0)} = \frac{S_{b0}}{S_E^2} = \frac{405.265291}{0.056073889} = 7227.34409 > F_t = 5.59$$

$$Fr_{(b1)} = \frac{S_{b1}}{S_E^2} = \frac{0.420807231}{0.056073889} = 7.504513 > F_t = 5.59$$

$$Fr_{(b2)} = \frac{S_{b2}}{S_E^2} = \frac{0.948009407}{0.056073889} = 16.9064322 > F_t = 5.59$$

$$Fr_{(b3)} = \frac{S_{b3}}{S_E^2} = \frac{0.369226941}{0.056073889} = 6.58465 > F_t = 5.59$$

$$Fr_{(b4)} = \frac{S_{b4}}{S_E^2} = \frac{0.04417696}{0.056073889} = 0.787834737 < F_t = 5.59$$

c) Për Rq:

$$Fr_{(b0)} = \frac{S_{b0}}{S_E^2} = \frac{227.917291}{0.047160768} = 4832.772991 > F_t = 5.59$$

$$Fr_{(b1)} = \frac{S_{b1}}{S_E^2} = \frac{0.300632095}{0.047160768} = 6.374622549 > F_t = 5.59$$

$$Fr_{(b2)} = \frac{S_{b2}}{S_E^2} = \frac{0.529001792}{0.047160768} = 11.2169885 > F_t = 5.59$$

$$Fr_{(b3)} = \frac{S_{b3}}{S_E^2} = \frac{0.441863526}{0.047160768} = 9.369303 > F_t = 5.59$$

$$Fr_{(b4)} = \frac{S_{b4}}{S_E^2} = \frac{0.06269555}{0.047160768} = 1.329400467 < F_t = 5.59$$

d) Për Rt:

$$Fr_{(b0)} = \frac{S_{b0}}{S_E^2} = \frac{462.762033}{0.057129033} = 8100.29516 > F_t = 5.59$$

$$Fr_{(b1)} = \frac{S_{b1}}{S_E^2} = \frac{0.333688244}{0.057129033} = 5.840957 > F_t = 5.59$$

$$Fr_{(b2)} = \frac{S_{b2}}{S_E^2} = \frac{0.47419376}{0.057129033} = 8.30039878 > F_t = 5.59$$

$$Fr_{(b3)} = \frac{S_{b3}}{S_E^2} = \frac{0.362554533}{0.057129033} = 6.34624 \geq 5.59$$

$$Fr_{(b4)} = \frac{S_{b4}}{S_E^2} = \frac{0.02418597}{0.057129033} = 0.423356846 < F_t = 5.59$$

Nga rezultatet e fituara shihet se të gjithë parametrat e përpunimit janë signifkant pasi që e përmbushin kriterin e Fischer-it: $Fr_{(b1)}; Fr_{(b2)}$ dhe $Fr_{(b3)} \geq F_t = 5.59$, përveç parametrin të katërt i cili nuk e plotëson këtë kriter, pasi: $Fr_{(b4)} < F_t = 5.59$.

5.4 Vërtetimi i adekuatshmërisë së modelit matematikor

$$F_{RLF} = \frac{S_{LF}^2}{S_E^2} \leq F_t$$

Ku sipas tabelës, shuma reziduale është:

a) për Ra

$$S_R = \sum_{u=1}^N Y_{eu}^2 - N \sum_{i=0}^k b_i^2 = \sum_{u=1}^N Y_{eu}^2 - 24 \times b_0^2 - 16 (b_1^2 + b_2^2 + b_3^2 + b_4^2) =$$

$$(10.89471187 + 4.33654407 + 4.33654407 + 8.457695153 + 11.62556587 + 8.144305872 + 11.39217$$

$$614 + 11.17354375 + 3.349553632 + 8.708379633 + 6.956325358 + 9.068879129 + 9.683454784 + 7.$$

$$683088342 + 9.071250394 + 10.92750162 + 8.429399555 + 10.15652906 + 8.396539722 + 10.1069$$

$$0938 + 7.695562003 + 7.425477133 + 10.66892321 + 10.36090406) - 24 \times (2.98000509)^2 - 16 \times ((-$$

$$0.13164)^2 + (0.18727)^2 + (0.17162)^2 + (-0.05716)^2) = 2.22559912$$

b) për Rz

$$S_R = \sum_{u=1}^N Y_{eu}^2 - N \sum_{i=0}^k b_i^2 = \sum_{u=1}^N Y_{eu}^2 - 24 \times b_0^2 - 16 (b_1^2 + b_2^2 + b_3^2 + b_4^2) =$$

$$(19.05693176 + 10.1190749 + 21.12476759 + 15.92023443 + 20.76653026 + 17.78612876 + 22.504$$

$$29514+19.66575176+8.770960187+16.18114982+13.18224708+16.75480317+18.00497626 \\ +16.1974165+16.89591384+19.39776572+16.17453532+18.22210831+16.04996657+18.855 \\ 45975+14.92006156+14.43981221+19.48104975+18.7549048)-24 \times (4.10926439)^2 - 16 \times ((- \\ 0.16217)^2 + (0.24341)^2+(0.15191)^2+(-0.05255)^2) = 2.1793338$$

c) për Rq

$$S_R = \sum_{u=1}^N Y_{eu}^2 - N \sum_{i=0}^k b_i^2 = \sum_{u=1}^N Y_{eu}^2 - 24 \times b_0^2 - 16 (b_1^2 + b_2^2 + b_3^2 + b_4^2) = \\ (12.13154+4.742583+12.67415+9.021144+12.28459+8.697387+12.04465+11.81981+3.7075 \\ 07+9.279984+7.468168+9.652008+10.28572+8.220541+9.654455+11.56672+8.99192+10.77 \\ 311+8.95798+10.722+8.490519+7.888003+11.30064+11.19832)-24 \times (3.0816479)^2 - 16 \times ((- \\ 0.13707)^2 + (0.18183)^2+(0.166182)^2+(-0.0626)^2) = 2.3219532$$

d) për Rt

$$S_R = \sum_{u=1}^N Y_{eu}^2 - N \sum_{i=0}^k b_i^2 = \sum_{u=1}^N Y_{eu}^2 - 24 \times b_0^2 - 16 (b_1^2 + b_2^2 + b_3^2 + b_4^2) = \\ (21.96805+13.62994+23.53279+18.44278+23.00088+18.9913+22.67211+22.36325+11.11726 \\ +18.36977+15.98769+20.18761+20.23308+17.29007+19.34369+22.0146+18.40099 \\ +20.91439+18.35242+20.84316+17.30878+16.90252+22.7568+21.20722)-24 \times (4.39109911)^2 \\ - 16 \times ((-0.14441)^2 + (0.17215)^2+(0.150531)^2+(-0.03888)^2)=1.8744907$$

ndërsa shuma e katrorëve do të jetë:

a) Për Ra

$$S_{LF} = S_R - S_E = 2.22559912 - 0.32948141 = 1.896117664$$

b) Për Rz

$$S_{LF} = S_R - S_E = 2.1793338 - 0.39251722 = 1.786816561$$

c) Për Rq

$$S_{LF} = S_R - S_E = 2.3219532 - 0.33012538 = 1.991827857$$

d) Për Rt

$$S_{LF} = S_R - S_E = 1.8744907 - 0.39990323 = 1.474587436$$

gjegjësisht, dispersioni:

a) Për Ra

$$S_{LF}^2 = \frac{S_{LF}}{f_a} = \frac{1.896117664}{12} = 0.158009805$$

b) Për Rz:

$$S_{LF}^2 = \frac{S_{LF}}{f_a} = \frac{1.786816561}{12} = 0.14890138$$

c) Për Rq

$$S_{LF}^2 = \frac{S_{LF}}{f_a} = \frac{1.991827857}{12} = 0.165985655$$

d) Për Rt

$$S_{LF}^2 = \frac{S_{LF}}{f_a} = \frac{1.474587436}{12} = 0.122882286$$

$$f_R = N - k - 1 = 24 - 4 - 1 = 19$$

$$f_E = n_0 - 1 = 8 - 1 = 7$$

$$f_{LF} = f_R - f_E = 19 - 7 = 12$$

Prandaj do të jetë:

a) për Ra

$$F_{RLF} = \frac{S_{LF}^2}{S_E^2} = \frac{0.158009805}{0.047068772} = 3.356998662 \leq F_t = 3.57$$

b) Për Rz

$$F_{RLF} = \frac{S_{LF}^2}{S_E^2} = \frac{0.14890138}{0.056073889} = 2.655449486 \leq F_t = 3.57$$

c) Për Rq

$$F_{RLF} = \frac{S_{LF}^2}{S_E^2} = \frac{0.165985655}{0.047160768} = 3.51950653 \leq F_t = 3.57$$

d) Për Rt

$$F_{RLF} = \frac{S_{LF}^2}{S_E^2} = \frac{0.122882286}{0.057129033} = 2.15096036 \leq F_t = 3.57$$

Ku janë:

$F_{t} > F_t$ Për $\alpha=0.05$, vlerat tabelare për: n_1 (numruesi) = $f_i=1$, n_2 (emruesi) = $f_E=7$:

$$F_t(\alpha, f_i, f_E) = 5.59$$

Meqenëse të gjitha $F_{RLF} \leq F_t = 3.57$, konstatohet se modeli matematikor empirik i zgjedhur është adekuat.

6 KUSHTET GJATË REALIZIMIT TË EKSPERIMENTIT

6.1 Materiali i ekzaminuar

Hulumtimet eksperimentale janë bërë në modelin e çelikut të kalitur 42CrMo4. Karakteristikat kimike dhe mekanike të materialit të përpunuar janë dhëne në tabelën 6.1, në bazë të analizave të bëra në Fabrikën a pajimeve xehtare në Palaj me spektrometrin e tipit METOREX ARC-MET930. GMBH R3461, V6757/1/005, figura 6.1 dhe me aparatën për matjen e fortësisë të tipit KRAUTKRÄMER-MIC.10.DL, fig. 6.2. Rezultatet tregojnë që parametrat e fituar gjinden në kufijtë e lejuar sipas standardit (ISO-583).

Tabela 6.1. Përbërja kimike e çelikut (%) 42CrMo4

C (%)	Si (%)	Mn (%)	Cr (%)	Mo (%)	Ni (%)
0.43	0.21	0.74	1.08	0.25	0.21

Vetitë mekanike të materialit 42CrMo4 janë:

Moduli i elasticitetit: 190 – 210 [10^3 N/mm²]

Fortësia: 45 HRC

Densiteti: 7.85[g/cm³]



Fig. 6.1. Spektrometri



Fig. 6.2. Aparati për matjen e fortësisë

6.2 Karakteristika e makines metalprerëse

Makina me të cilën u realizua eksperimenti hulumtues është Torno universale e prodhuesit POTISJE tipi PA631p, me fuqi $P=12$ kW, diametër maksimal punues 450 mm dhe numër shkallëzorë të rrotullimeve, $n=22-2200$ rrot/min, hapi punues, $s=0.08 -2.5$ mm/rrot, distancë maksimale mes kokës punuese dhe qendrës fundore 2250 mm, në fabrikën e pajisjeve xehtare ne Palaj –Obiliq, figura 6.3.



Fig. 6.3. Torno universale PA631P

6.3 Instrumenti metalprerës

Për realizimin e eksperimentit janë përdorur pllakat prerëse prej metali të fortë të shtresuara me TiC dhe TiN , prodhim i firmës SINTAL, me shenjë sipas standardit ISO me karakteristikat e dhëna ne tabelën 6.2:

- SNMM120404
- SNMM120408
- SNMM120412, në formë katrore.

Tabela. 6.2. Dimensionet e pllakave prerëse

Shenja ISI	l [mm]	s [mm]	r [mm]
SNMM 120404	12.7	4.76	0.8
SNMM 120408	12.7	4.76	1.0
SNMM 120412	12.7	4.76	1.2

6.4 Matja e ashpërsisë së sipërfaqes

Matja e parametrave të ashpërsisë së sipërfaqes është bërë me aparatën **HADRON, SRT-6210**.

Rezultatet e matura lexohen në mënyrë digjitale në LCD display-in. Leximi i parametrave të ashpërsisë bëhet njëkohësisht, ku në LCD paraqiten në mënyrë alternative parametrat Ra, Rz, Rq dhe Rt figura 6.4.

Zgjedhja e gjatësisë matëse është $l=0.8$ mm, me shpejtësi $V_t = 0.135$ mm/s, e cila e përshkon maja shkruese.



Fig. 6.4. Aparati për matjen e ashpërsisë HADRON, SRT-6210

6.5 Zgjedhja e regjimeve të prerjes

Para fillimit të realizimit të eksperimentit duhet të zgjidhen regjimet e prerjes dhe intervali i ndryshimit të tyre në modelin e zgjedhur matematikorë. Zgjedhja e regjimeve bëhet në bazë të karakteristikave të materialit që përpunohet, materialit të instrumentit, makinës metalprerëse, qëllimit të eksperimentit dhe synimeve të tij.

Prandaj, në bazë të kësaj që u cek më lart dhe nevojave të prodhimit janë përvetësuar regjimet e prerjes të dhëna në tabelën 6.3 ku gjatë zgjedhjes së intervalit të ndryshimit të madhësive është tentuar që të plotësohet kushti i nevojshëm:

$$X_1^2 = X_{\min} \cdot X_{\max}$$

Tabela 6.3. Regjimet e përpunimit për ashpërsinë e sipërfaqes

Niveli i eksperimentit pozita e madhësisë së pavarur	Shpejtësia v_c [m/min]	Hapi f [mm/rr]	Thellësia a [mm]	Rrezja r [mm]	Kodi i madhësisë së normuar			
					X ₁	X ₂	X ₃	X ₄
Niveli maksimal	180	0.285	0.8	1.2	+1	+1	+1	+1
Niveli mesatar	135	0.185	0.4	1.0	0	0	0	0
Niveli minimal	100	0.125	0.2	0.8	-1	-1	-1	-1

Përforcimi i pllakave prerëse është bërë në mbajtësin standard me shenjë ISO PSDNN2525P12, fig. 6.5, me këtë gjeometri prerëse:

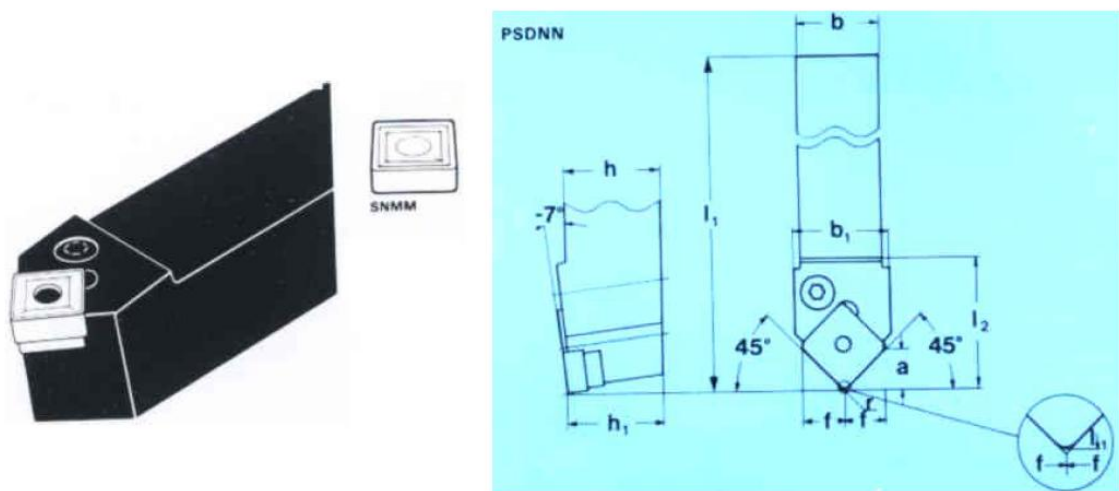


Fig. 6.5 Mbajtësi i pllakave prerëse dhe karakteristikat gjeometrike

7 ANALIZA DHE VLERËSIMI I REZULTATEVE TË FITUARA

Në bazë të problemeve teorike të shtjelluara, eksperimentit të planifikuar dhe zbatuar, në bazë të karakteristikave të zgjedhura të parametrave hyrës të sistemit përpunues, metodës matëse, modeleve matematikore të aplikuara, metodologjisë së përpunimit të të dhënave, verifikimit të modeleve të aplikuara vihet deri te definimi i parametrave dalës të sistemit; ashpërsisë së sipërfaqes së përpunuar (R_a , R_z , R_q dhe R_t) si dhe shkallës së ndikimit të parametrave hyrës të pavarur si; shpejtësisë së prerjes (v_c), hapi (f), thellësisë (a) dhe rrezes së majës së tehut prerës (r).

Siç shihet nga analiza diperzive e zbatuar në kapitullin 5, konstatohet që të gjithë parametrat e modelit matematikor e plotësojnë kushtin:

$$F_{RLF} = \frac{S_{LF}^2}{S_E^2} \geq F_t = 5.59 \quad (7.1)$$

përveç rrezes s rrezes së majës së tehut prerës (r), që d.m.th., se parametrat hyrës të ndryshueshëm (v_c , f , a) janë signifikant (të rëndësishëm), ndërsa (r) nuk është signifikant.

Gjithashtu, nga analiza dispersive mund të konstatohet se modeli empirik i zgjedhur i formës eksponenciale është adekuat pasi plotësohet kushti:

$$F_{RLF} \leq F_t = 3.57 \quad (7.2)$$

Nga kalkulimet e bëra në kapitullin 5 janë fituar modelet empirike për parametrat e ashpërsisë së sipërfaqes të paraqitura me ekuacionet (7.3).

$$\begin{aligned} R_a &= 470.198 \cdot v^{-0.448} \cdot f^{0.440} \cdot a^{0.248} \cdot r^{-0.282} \\ R_z &= 2960.275 \cdot v^{-0.552} \cdot f^{0.591} \cdot a^{0.219} \cdot r^{-0.259} \\ R_q &= 553.194 \cdot v^{-0.466} \cdot f^{0.441} \cdot a^{0.240} \cdot r^{-0.309} \\ R_t &= 2186.488 \cdot v^{-0.491} \cdot f^{0.418} \cdot a^{0.217} \cdot r^{-0.192} \end{aligned} \quad (7.3)$$

Nga analiza e funksioneve empirike matematikore (7.3) dhe paraqitjes grafike 2D, figurat 1.1 deri 4.20 në shtojcë, shihet se ndikimin më të madh në funksionet parashikuese e kanë parametrat hyrës të pavarur sipas kësaj renditje:

Ra: shpejtësia e prerjes $v(-0.5552)$, hapi $f(0.454)$, rrezja $r(-0.282)$ dhe thellësia $a(0.248)$.

Rz: hapi $f(0.591)$, shpejtësia e prerjes $v(-0.552)$, rrezja $r(-0.259)$ dhe thellësia $a(0.219)$.

Rq: shpejtësia e prerjes $v(-0.466)$, hapi $f(0.441)$, rrezja $r(-0.309)$ dhe thellësia $a(0.240)$.

Rt: shpejtësia e prerjes $v(-0.491)$, hapi $f(0.418)$, thellësia $a(0.217)$ dhe rrezja $r(-0.192)$.

Koeficientët eksponencial me parashenjë negative (shpejtësia e prerjes dhe rrezja e majës së pllakës prerëse) tregojnë që me rritjen e tyre ashpërsia zvogëlohet, ndërsa koeficientët me parashenjë pozitive (hapi, thellësia) janë në përpjesëtim të drejtë me ashpërsinë me rritjen e tyre kemi edhe rritje të ashpërsisë.

8 PËRFUNDIM

Në bazë të hulumtimeve të nevojshme teorike dhe eksperimentale laboratorike, të kryera dhe rezultateve të fituara mund të nxirren këto konstatime:

Analiza statistikore e modeleve matematikore, vërteton zgjedhjen e drejt të formës eksponenciale të funksioneve e me të cilat përshkruhen dukuritë e hulumtuara fizike të procesit me heqje ashkle.

Ndryshimi i parametrave të regjimit të përpunimit dhe gjeometrisë së instrumentit prerës kanë ndikim të ndryshëm në dukuritë fizike të procesit me heqje ashkle konkretisht në ashpërsinë e sipërfaqes së përpunuar, ku shpejtësia e prerjes ka ndikimin më të madh prej të gjithë faktorëve të pavarur të ndryshueshëm, mandej vjen hapi prerës, rrezja e rumbullakimit dhe thellësia e prerjes.

Aplikimi i sistemeve inteligjente artificiale të tilla si sistemet fuzzy logjike apo teknikat e rrjetave neurone mund të përmirësoj aftësinë e parashikimit të sistemit.

Prandaj, është e rëndësishme njohja dhe definimi i modeleve të sakta matematikore të dukurive fizike, për procesin e prerjes në përgjithësi dhe për makinat automatike, linjat automatike dhe makinat me dirigjim numerik adaptiv në veçanti për shkak se këto mund të shërbejnë si sinjale apo kritere për menaxhim të kualitet të prodhimit.

9 LITERATURA

- [1] Graham T. Smith-Cutting_Tool_Techn_Indust_Handbook_Springer_2008_605-f
- [2] Kalpakjian& Schmid-Common Machining Processes-Ch_08
- [3] M. P. Groover, Fundamentals of Modern Manufacturing 2e ©2002 John Eiley & Sons, Inc
- [4] Basics Definitions and Cutting Tool Geometry, Single Point Cutting Tools
- [5]. Škorić, Stephan: Istraživanje pogodnosti obrade ortogonalnim okruglim glodanjem, Doktorska dizertacija, FSB, Zagreb, 2002.
- [6] V. marinov_Surface_roughness_cutting_finish_3f
- [7] J. Stanic, Metod Inzenjerskih Merenja, MF, UB, Beograd,1986.
- [8] Perthometer_hrapavosti_Mahr_publikacija
- [9] G. Petropoulos-Surface Texture Characterization
- [10] Heat Treatment and Properties of Iron and Steel
- [11] R. C. Sharma: Principles of Heat Treatment of Steels, Neë Age International (P) Ltd. Publisher.
- [12] Surface Texture & Machining Symbols
- [13] Modelling-of-Surface-Roughness-in-Machining-Doç. Dr. Necdet Özçakar
- [14] Optimal Machining Parameters for Achieving the Desired_4_Faktore
- [16] Basic Components of surface Topography
- [17] Sensitivity Analysis and Optimization of Machining Parameters Based on Surface Roughness Prediction for AA6061
- [18] ZYGO- Surface Texture Parameters
- [19] Surface integrity of AISI 4150 (50CrMo4) steel turned ëith different
- [20] ASME-Surface Texture Parameters
- [21] -Surface Texture Characterization and Evaluation Related to Machining
- [22] G. Petropoulos-Surface Texture Characterization
- [23] Perthometer_hrapavosti_Mahr_publikacija
- [24] http://helpdesk.uniri.hr/system/resources/docs/ginal/Statisticke_tablice.pdf?13 89905807.
- [25] <http://steelselector.sij.si/steels/VCMO140.html>
- [26] https://www.werkstofftechnik.com/fileadmin/_sommer_werkstofftechnik/pdf/software/4140.pdf

SH T O J C A

DIAGRAMET 2D

$$R_a = 470.198 \cdot v^{-0.448} \cdot f^{0.440} \cdot a^{0.248} \cdot r^{-0.282}$$

	Vc=100	Vc=135	Vc=180
	100	135	180
a=0,2 [mm]	17,10	13,24	11,64
a=0,4 [mm]	20,30	17,75	15,60
a=0,8 [mm]	24,11	21,08	18,53

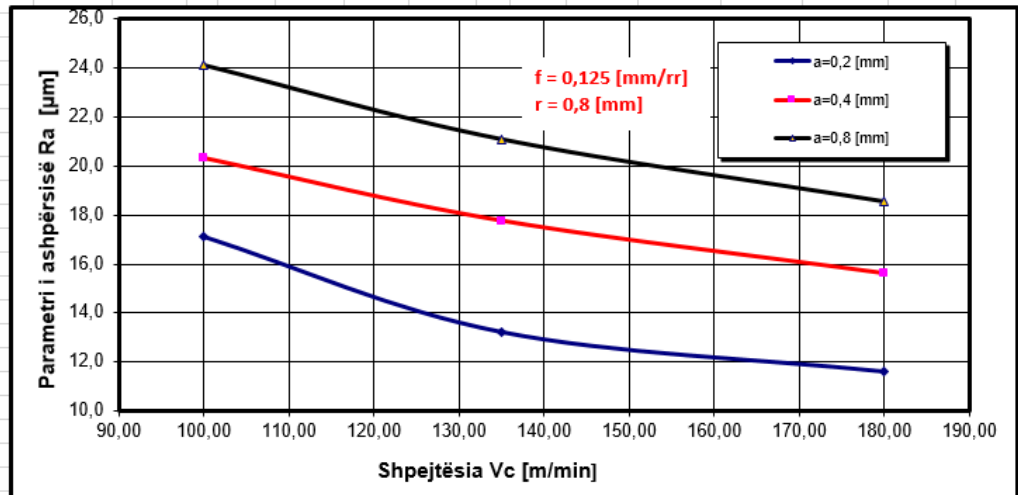


Fig. 1.1 Varësia e Ra prej shpejtësisë dhe thellësisë së prerjes, për f_{min} dhe r_{min}

	Vc=100	Vc=135	Vc=180
	100	135	180
a=0,2 [mm]	19,08	14,77	12,99
a=0,4 [mm]	22,65	19,80	17,41
a=0,8 [mm]	26,90	23,52	20,67

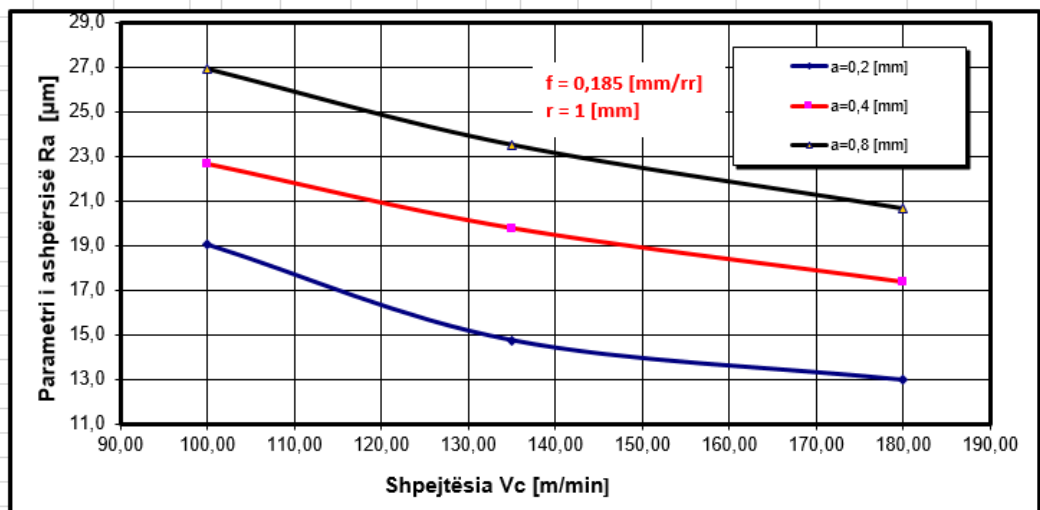


Fig. 1.2 Varësia e Ra prej shpejtësisë dhe thellësisë së prerjes, për f_{mes} dhe r_{mes}

	Vc=100	Vc=135	Vc=180
	100	135	180
a=0,2 [mm]	21,91	16,97	14,92
a=0,4 [mm]	26,03	22,75	20,00
a=0,8 [mm]	30,91	27,02	23,75

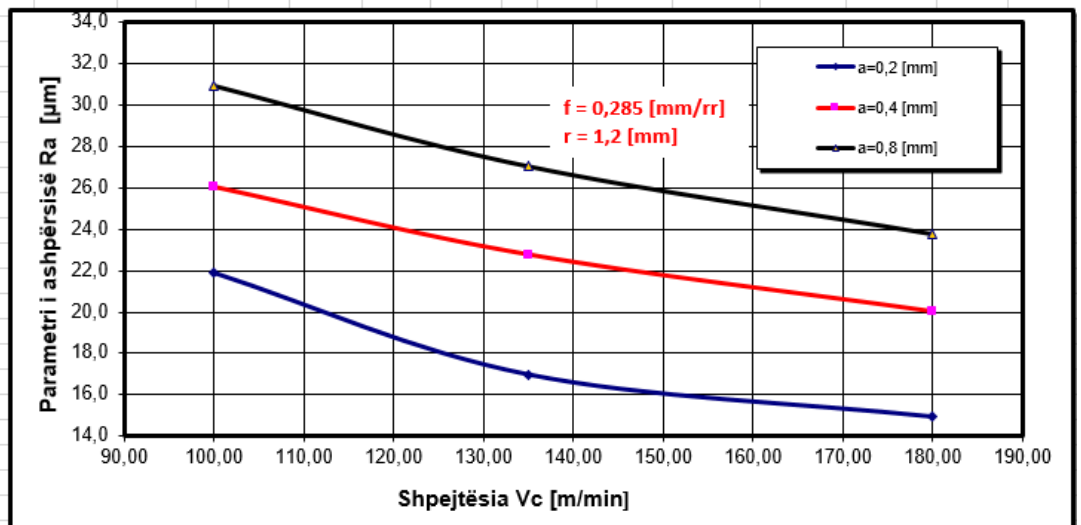


Fig. 1.3 Varësia e Ra prej shpejtësisë dhe thellësisë së prerjes, për f_{max} dhe r_{max}

	Vc=100	Vc=135	Vc=180
	100	135	180
f=0,125 [mm/rr]	17,10	13,24	11,64
f=0,185 [mm/rr]	20,32	17,76	15,61
f=0,285 [mm/rr]	24,57	21,48	18,88

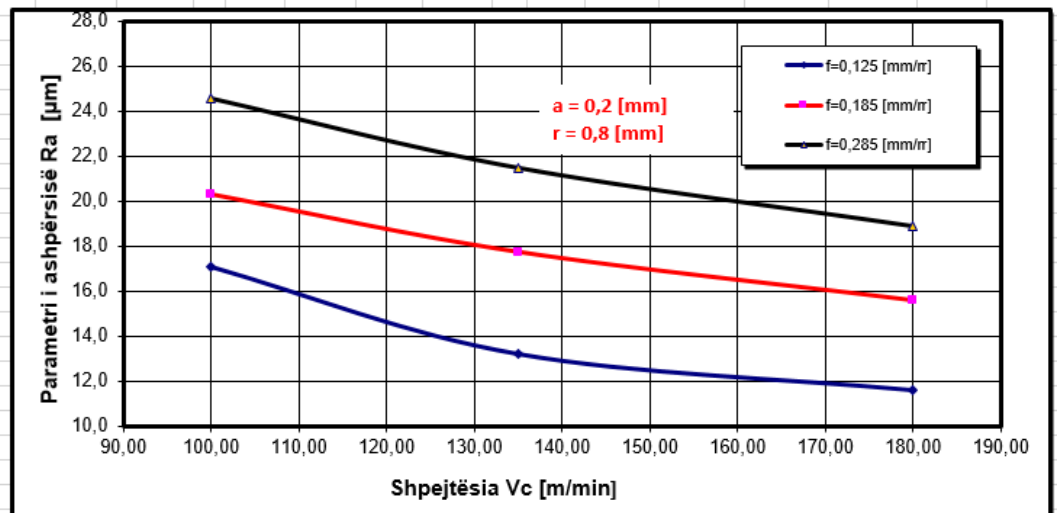


Fig. 1.4 Varësia e Ra prej shpejtësisë së prerjes dhe hapit, për a_{min} dhe r_{min}

	Vc=100	Vc=135	Vc=180
	100	135	180
f=0,125 [mm/rr]	19,06	15,55	13,67
f=0,185 [mm/rr]	22,65	19,80	17,41
f=0,285 [mm/rr]	27,40	23,95	21,06

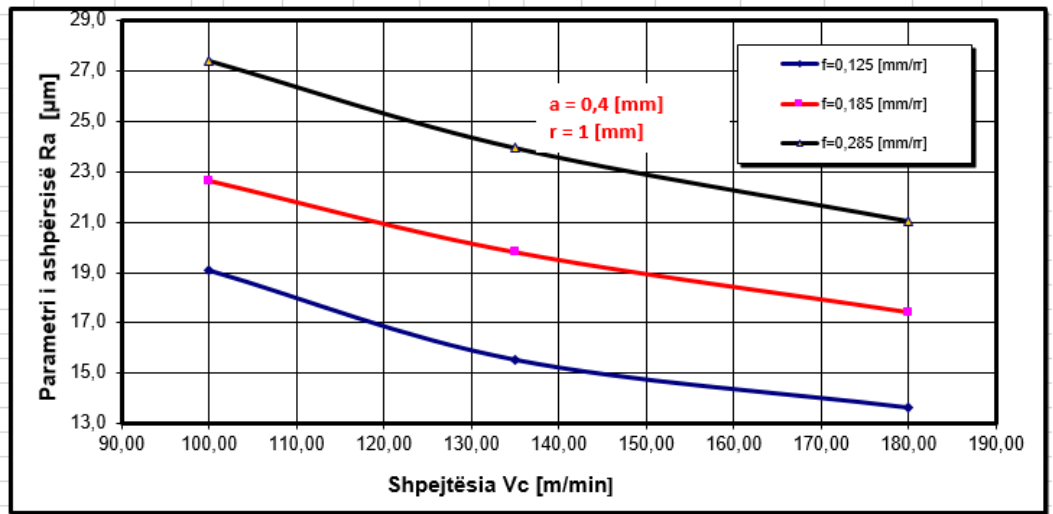


Fig. 1.5 Varësia e R_a prej shpejtësisë së prerjes dhe hapit, për a_{mes} dhe r_{mes}

	Vc=100	Vc=135	Vc=180
	100	135	180
f=0,125 [mm/rr]	21,51	18,49	16,25
f=0,185 [mm/rr]	25,55	22,34	19,64
f=0,285 [mm/rr]	30,91	27,02	23,75

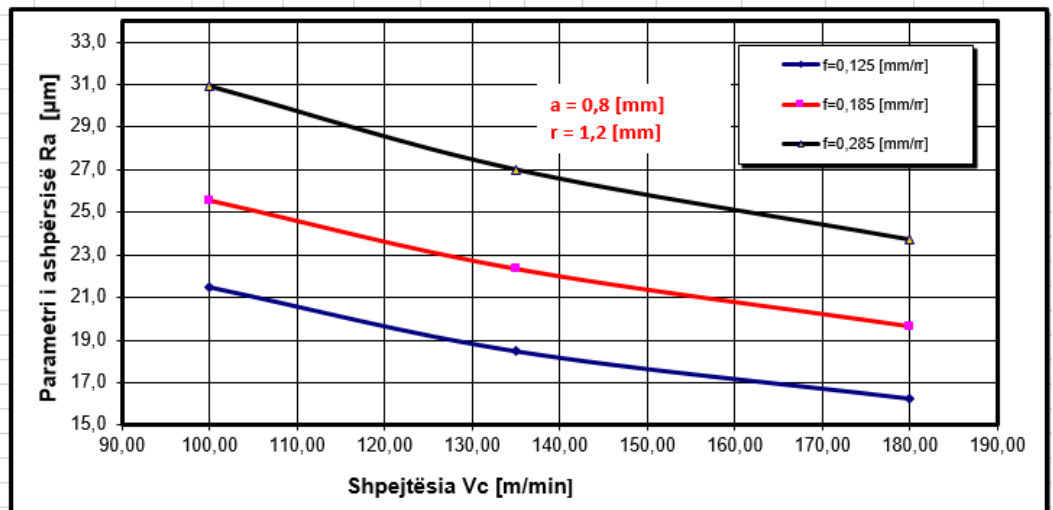


Fig. 1.6 Varësia e R_a prej shpejtësisë së prerjes dhe hapit, për a_{max} dhe r_{max}

	f=0,125	f=0,185	f=0,285
	0,125	0,185	0,285
Vc=100 [m/min]	21,51	25,13	30,39
Vc=135 [m/min]	18,80	22,34	27,02
Vc=180 [m/min]	16,53	19,64	23,75

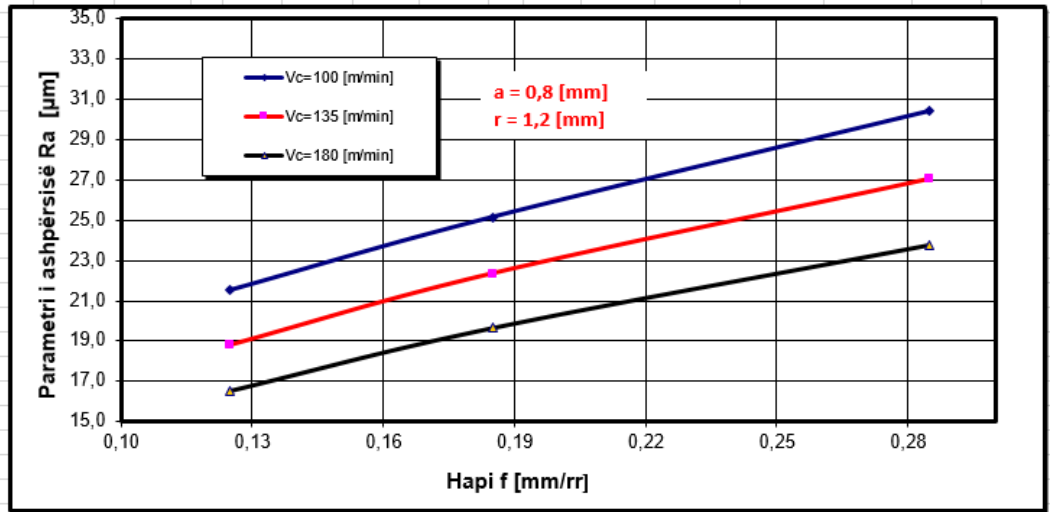


Fig. 1.7 Varësia e Ra prej hapit dhe shpejtësisë së prerjes, për a_{max} dhe r_{max}

	f=0,125	f=0,185	f=0,285
	0,125	0,185	0,285
Vc=100 [m/min]	18,11	20,08	24,29
Vc=135 [m/min]	15,83	18,81	22,75
Vc=180 [m/min]	13,92	16,54	20,00

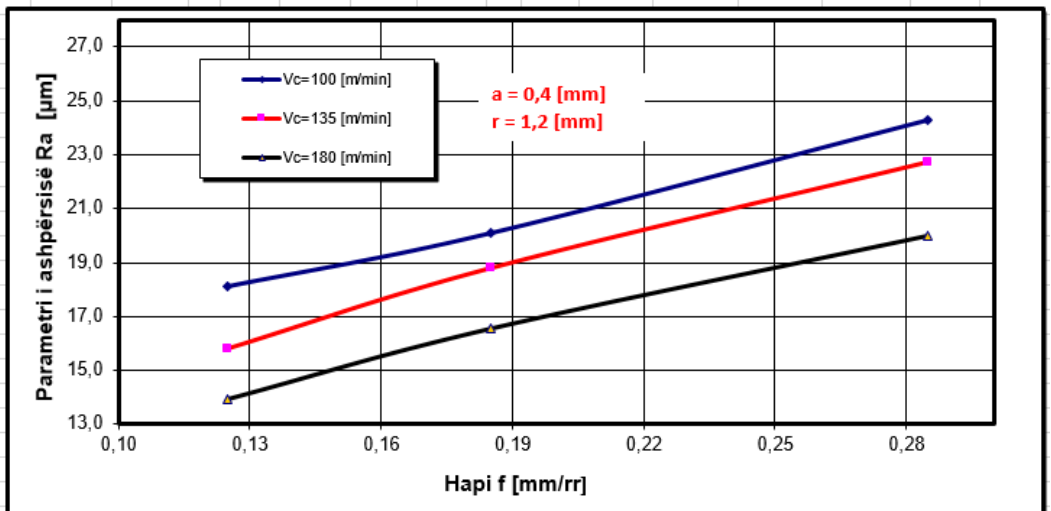


Fig. 1.8 Varësia e Ra prej hapit dhe shpejtësisë së prerjes, a_{mes} dhe r_{max}

	f=0,125	f=0,185	f=0,285
	0,125	0,185	0,285
a=0,2 [mm]	17,10	20,32	24,57
a=0,4 [mm]	20,30	24,13	29,18
a=0,8 [mm]	24,11	28,65	34,65

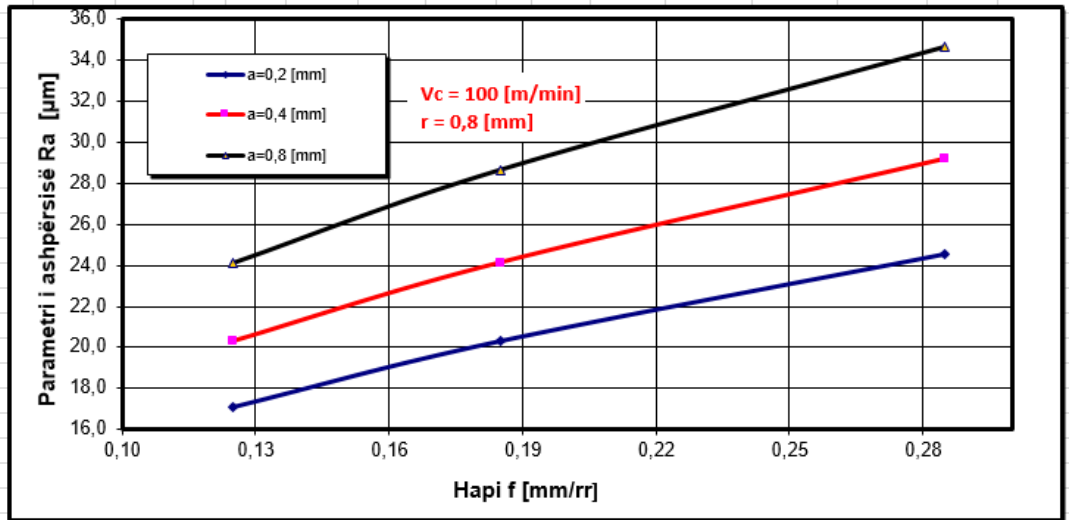


Fig. 1.9 Varësia e Ra prej hapit dhe thellësisë së prerjes, për $V_{c_{min}}$ dhe r_{min}

	f=0,125	f=0,185	f=0,285
	0,125	0,185	0,285
a=0,2 [mm]	14,03	16,68	20,17
a=0,4 [mm]	16,67	19,80	23,95
a=0,8 [mm]	19,79	23,52	28,44

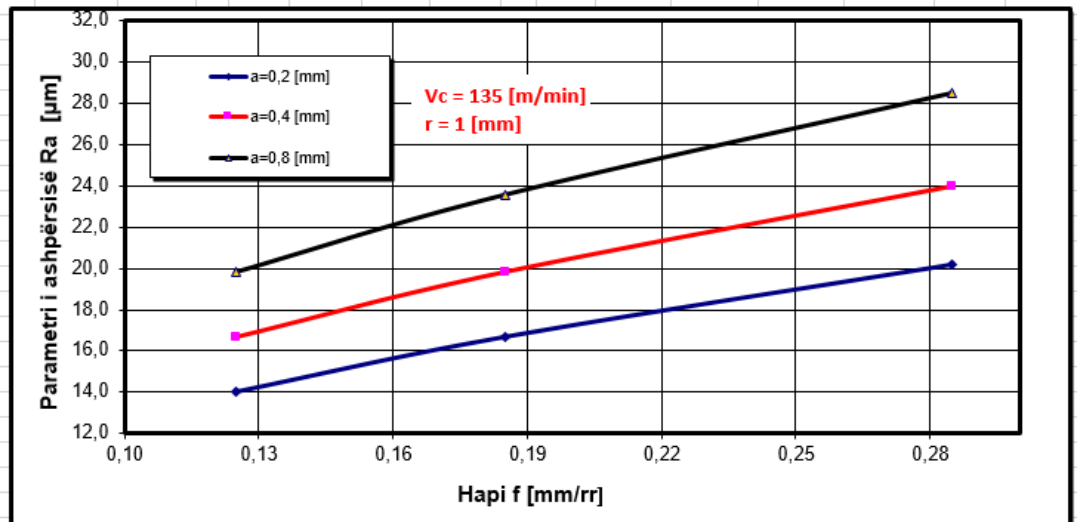


Fig. 1.10 Varësia e Ra prej hapit dhe thellësisë së prerjes, për $V_{c_{mes}}$ dhe r_{mes}

	f=0,125	f=0,185	f=0,285
	0,125	0,185	0,285
a=0,2 [mm]	11,72	13,93	16,84
a=0,4 [mm]	13,92	16,54	20,00
a=0,8 [mm]	16,53	19,64	23,75

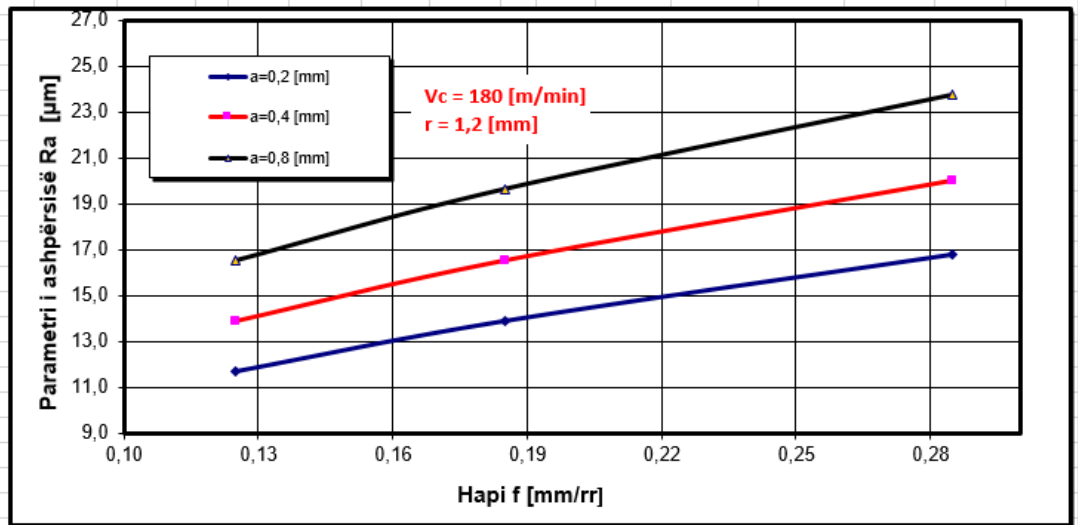


Fig. 1.11 Varësia e Ra prej hapit dhe thellësisë së prerjes, për V_{cmax} dhe r_{max}

	r=0,8	r=1	r=1,2
	0,8	1	1,2
a=0,2 [mm]	18,88	17,73	16,84
a=0,4 [mm]	22,42	21,06	20,00
a=0,8 [mm]	26,63	25,00	23,75

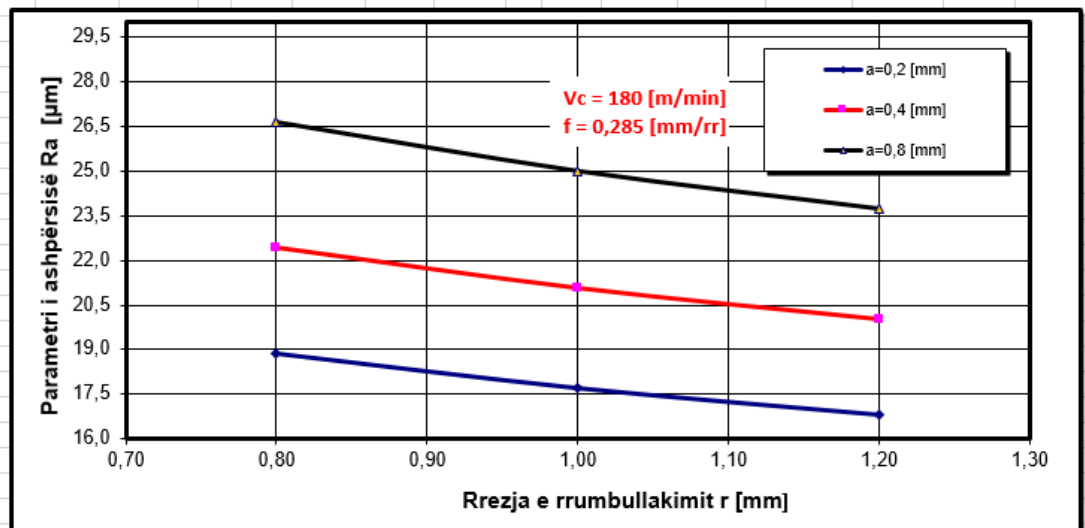


Fig. 1.12 Varësia e Ra prej rrezes së rumbullakimit dhe thellësisë së prerjes, për V_{cmax} dhe f_{max}

	r=0,8	r=1	r=1,2
	0,8	1	1,2
a=0,2 [mm]	17,76	16,68	15,84
a=0,4 [mm]	21,09	19,80	18,81
a=0,8 [mm]	25,05	23,52	22,34

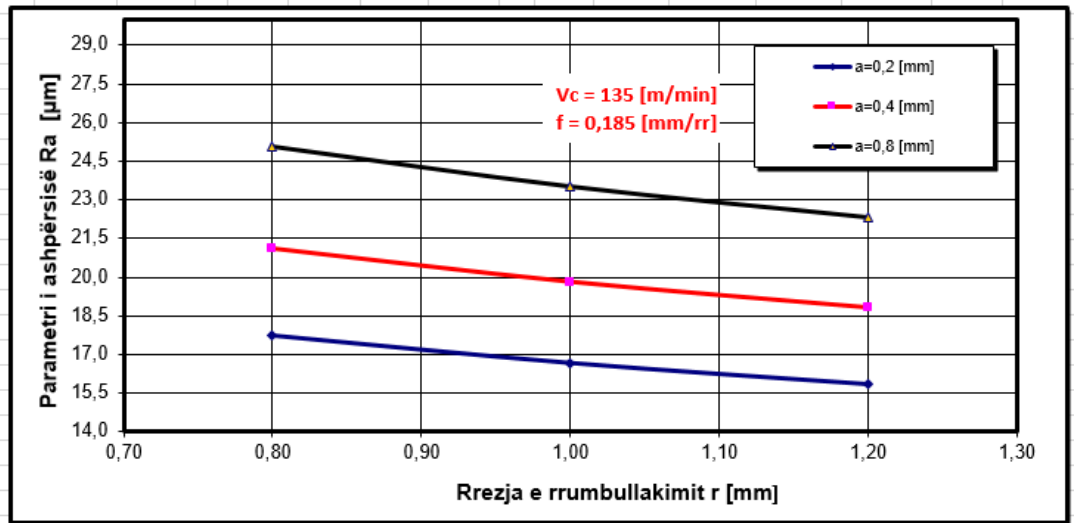


Fig. 1.13 Varësia e Ra prej rrezes së rumbullakimit dhe thellësisë së prerjes, për $V_{c_{mes}}$ dhe f_{mes}

	r=0,8	r=1	r=1,2
	0,8	1	1,2
a=0,2 [mm]	17,10	16,05	15,25
a=0,4 [mm]	20,30	19,06	18,11
a=0,8 [mm]	24,11	22,64	21,51

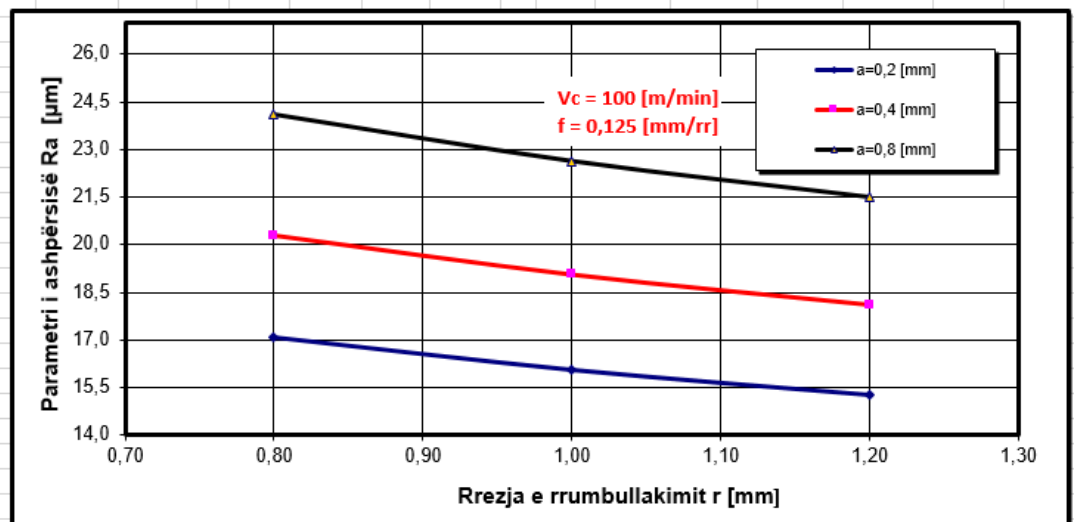


Fig. 1.14 Varësia e Ra prej rrezes së rumbullakimit dhe thellësisë së prerjes, për $V_{c_{min}}$ dhe f_{min}

	r=0,8	r=1	r=1,2
	0,8	1	1,2
Vc=100 [m/min]	17,10	16,05	15,25
Vc=135 [m/min]	14,95	14,03	13,33
Vc=180 [m/min]	13,14	12,34	11,72

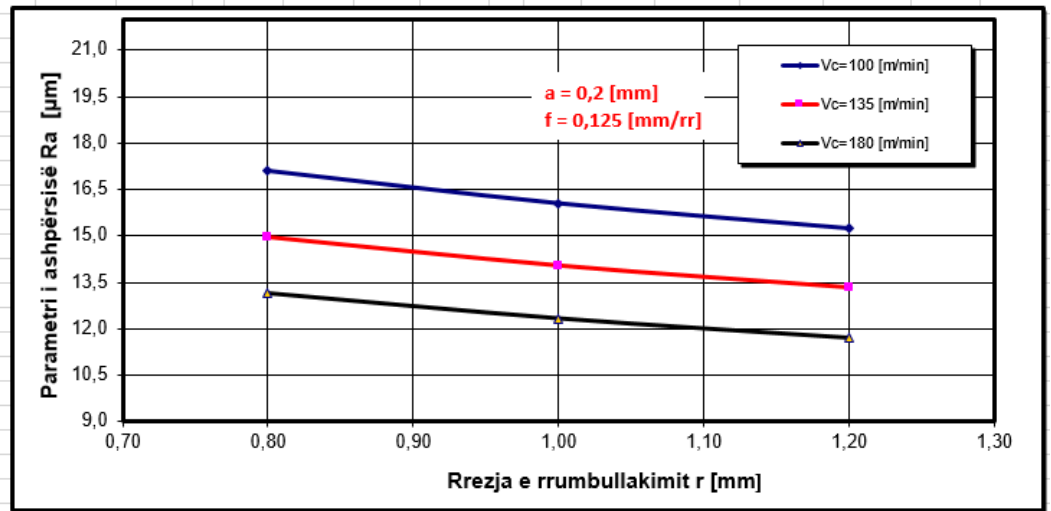


Fig. 1.15 Varësia e Ra prej rrezes së rrumbullakimit dhe shpejtësisë së prerjes, për a_{min} dhe f_{min}

	r=0,8	r=1	r=1,2
	0,8	1	1,2
Vc=100 [m/min]	24,13	22,65	21,52
Vc=135 [m/min]	21,09	19,80	18,81
Vc=180 [m/min]	18,54	17,41	16,54

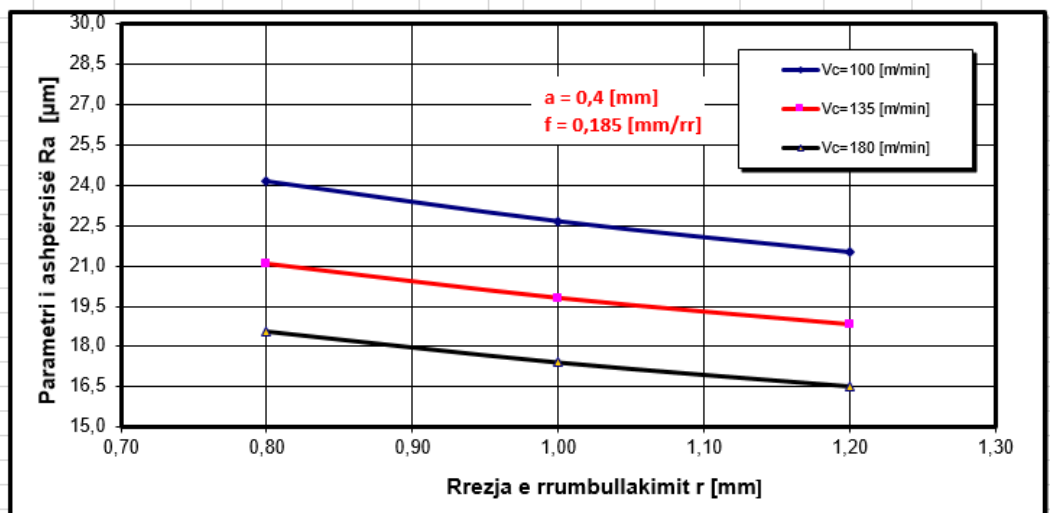


Fig. 1.16 Varësia e Ra prej rrezes së rrumbullakimit dhe shpejtësisë së prerjes, për a_{mes} dhe f_{mes}

	r=0,8	r=1	r=1,2
	0,8	1	1,2
Vc=100 [m/min]	34,65	32,54	30,91
Vc=135 [m/min]	30,29	28,44	27,02
Vc=180 [m/min]	26,63	25,00	23,75

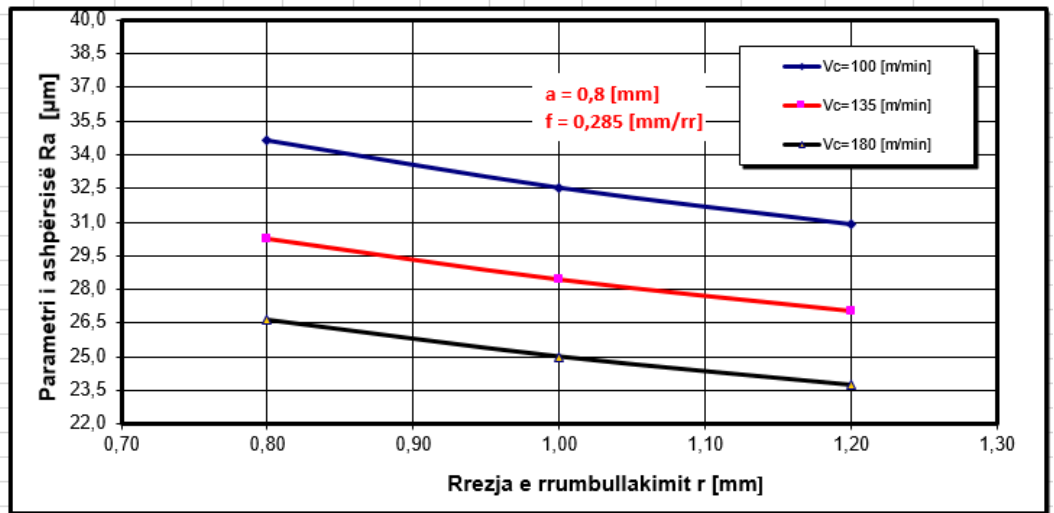


Fig. 1.17 Varësia e Ra prej rrezes së rumbullakimit dhe shpejtësisë së prerjes, për a_{max} dhe f_{max}

	r=0,8	r=1	r=1,2
	0,8	1	1,2
Vc=100 [m/min]	24,57	23,07	21,91
Vc=135 [m/min]	21,48	20,17	19,16
Vc=180 [m/min]	18,88	17,73	16,84

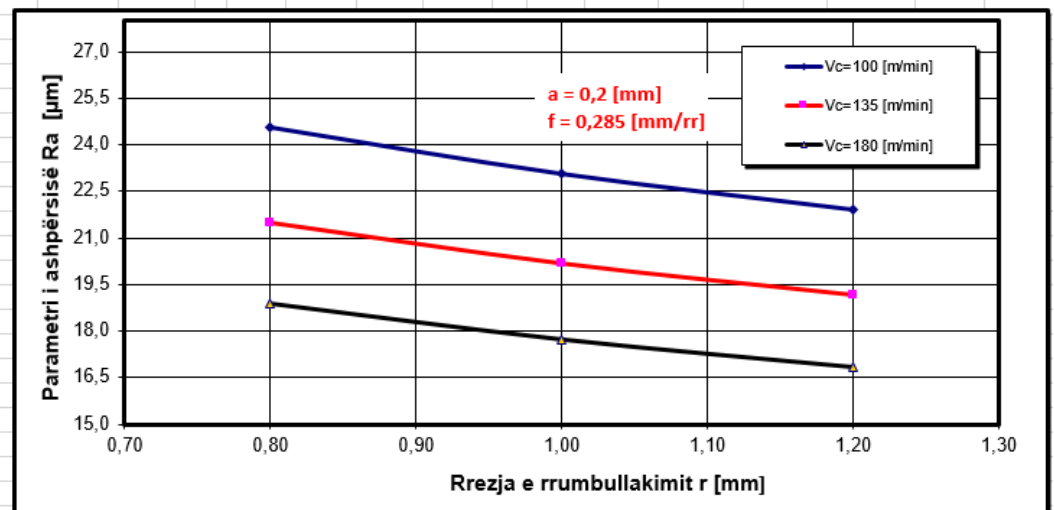


Fig. 1.18 Varësia e Ra prej rrezes së rumbullakimit dhe shpejtësisë së prerjes, për a_{min} dhe f_{max}

	r=0,8	r=1	r=1,2
	0,8	1	1,2
Vc=100 [m/min]	20,32	19,08	18,12
Vc=135 [m/min]	17,76	16,68	15,84
Vc=180 [m/min]	15,61	14,66	13,93

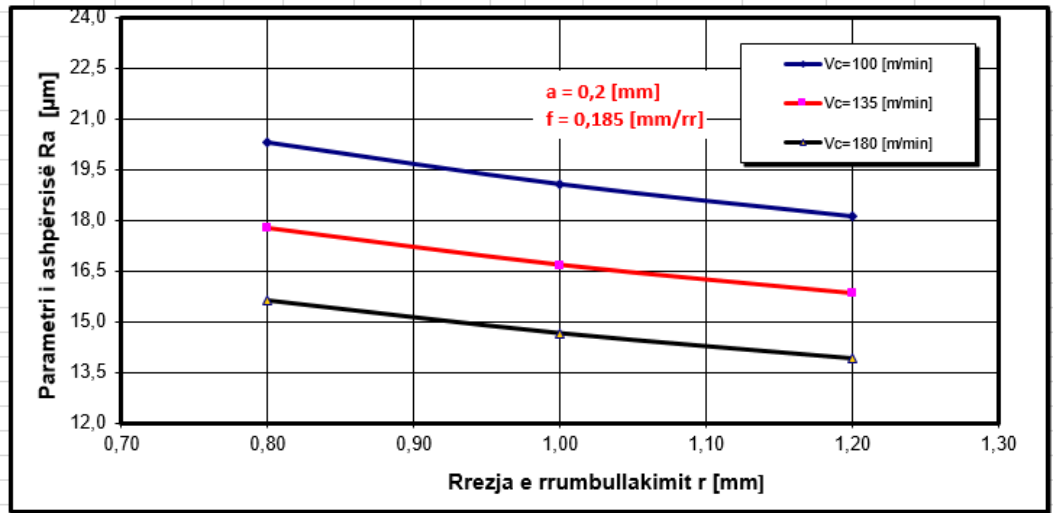


Fig. 1.19 Varësia e Ra prej rrezes së rrumbullakimit dhe shpejtësisë së prerjes, për a_{min} dhe f_{mes}

	r=0,8	r=1	r=1,2
	0,8	1	1,2
Vc=100 [m/min]	28,65	26,90	25,55
Vc=135 [m/min]	25,05	23,52	22,34
Vc=180 [m/min]	22,02	20,67	19,64

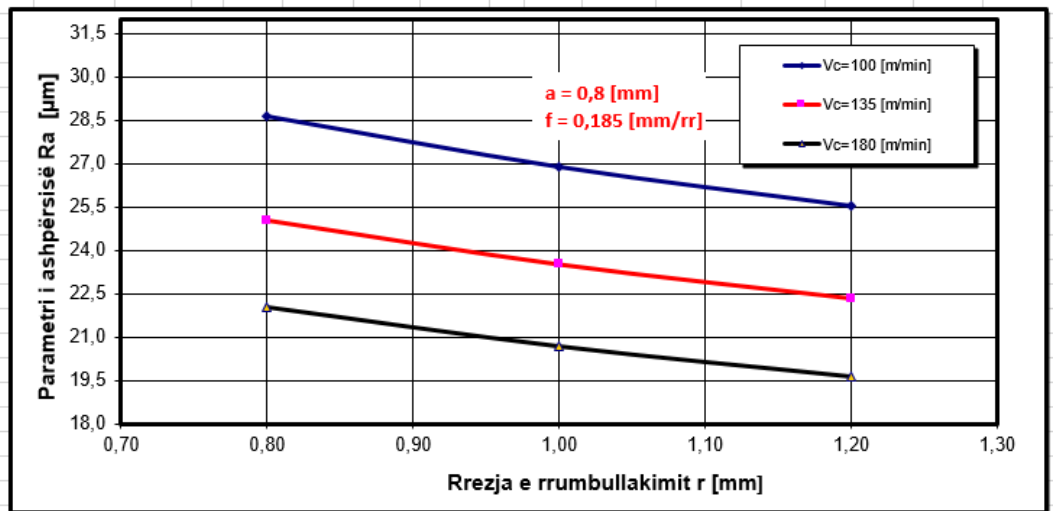


Fig. 1.20 Varësia e Ra prej rrezes së rrumbullakimit dhe shpejtësisë së prerjes, për a_{max} dhe f_{mes}

$$R_z = 2960.275 \cdot v^{-0.552} \cdot f^{0.591} \cdot a^{0.219} \cdot r^{-0.259}$$

	Vc=100	Vc=135	Vc=180
	100	135	180
a=0,2 [mm]	50,77	43,02	36,70
a=0,4 [mm]	59,10	50,07	42,72
a=0,8 [mm]	68,78	58,28	49,72

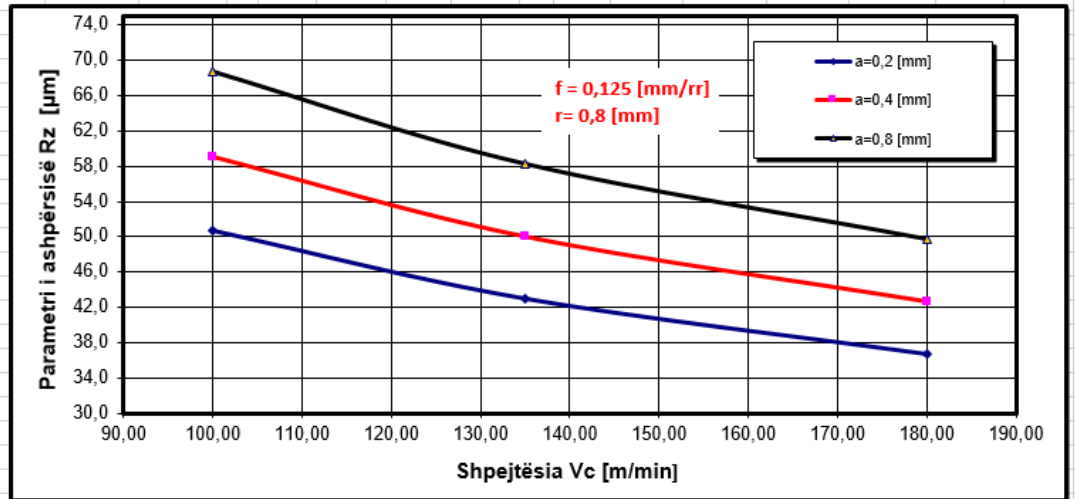


Fig. 2.1 Varësia e R_z prej shpejtësisë dhe thellësisë së prerjes, për f_{min} dhe r_{min}

	Vc=100	Vc=135	Vc=180
	100	135	180
a=0,2 [mm]	60,42	51,19	43,68
a=0,4 [mm]	70,32	59,59	50,84
a=0,8 [mm]	81,85	69,35	59,17

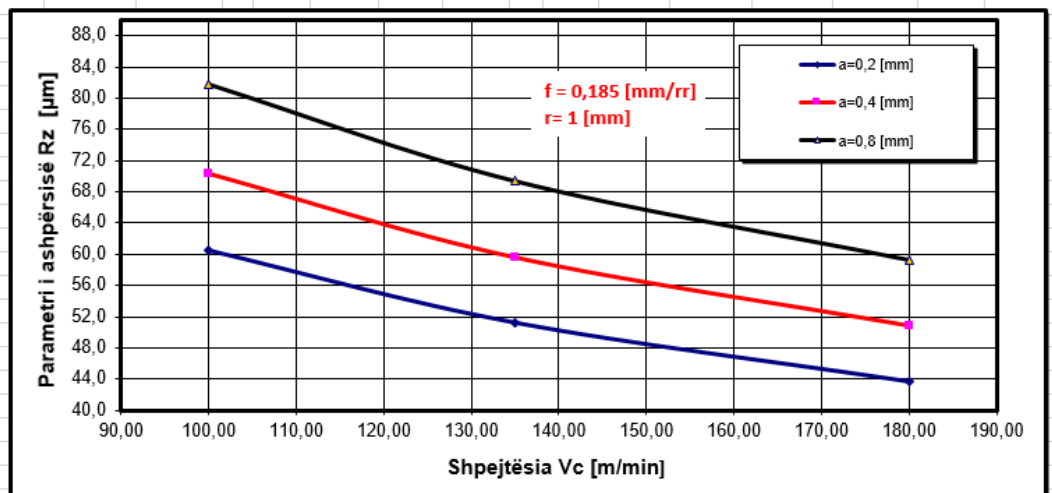


Fig. 2.2 Varësia e R_z prej shpejtësisë dhe thellësisë së prerjes, për f_{mes} dhe r_{mes}

	Vc=100	Vc=135	Vc=180
	100	135	180
a=0,2 [mm]	74,40	63,04	53,78
a=0,4 [mm]	86,59	73,37	62,60
a=0,8 [mm]	100,79	85,40	72,86

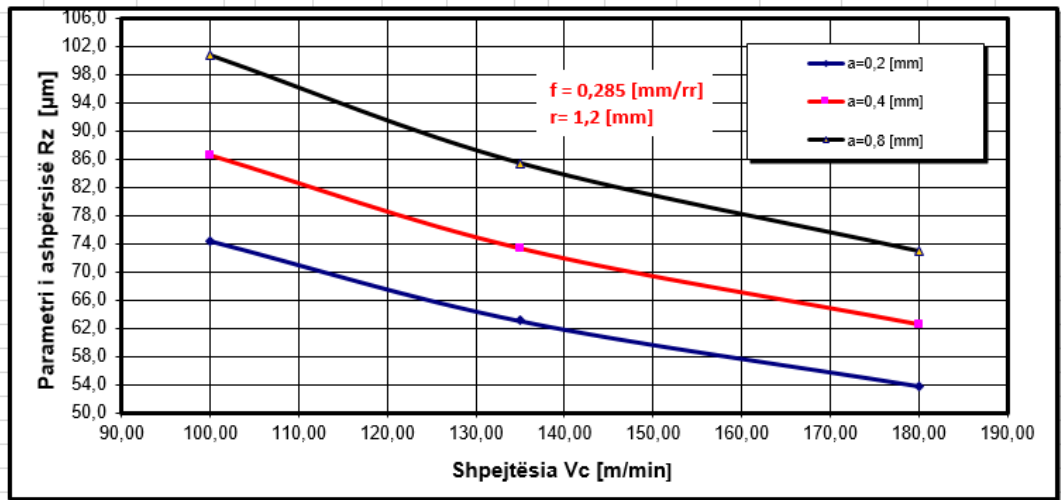


Fig. 2.3 Fig. 2.2 Varësia e Rz prej shpejtësisë dhe thellësisë së prerjes, për f_{max} dhe r_{max}

	Vc=100	Vc=135	Vc=180
	100	135	180
f=0,125 [mm/rr]	50,77	43,02	36,70
f=0,185 [mm/rr]	64,01	54,24	46,27
f=0,285 [mm/rr]	82,64	70,02	59,74

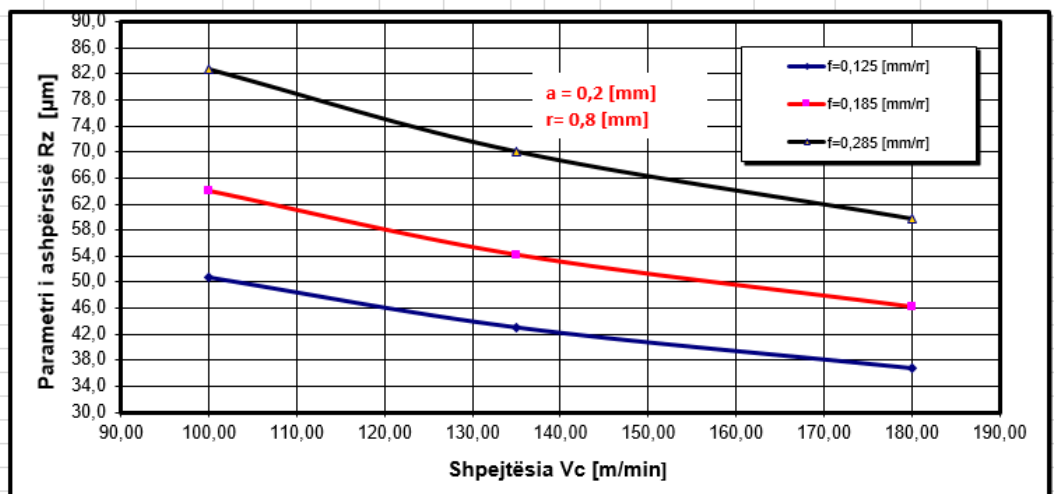


Fig. 2.4 Varësia e Rz prej shpejtësisë së prerjes dhe hapit, për a_{min} dhe r_{min}

	Vc=100	Vc=135	Vc=180
	100	135	180
f=0,125 [mm/rr]	55,78	47,26	40,32
f=0,185 [mm/rr]	70,32	59,59	50,84
f=0,285 [mm/rr]	90,78	76,92	65,63

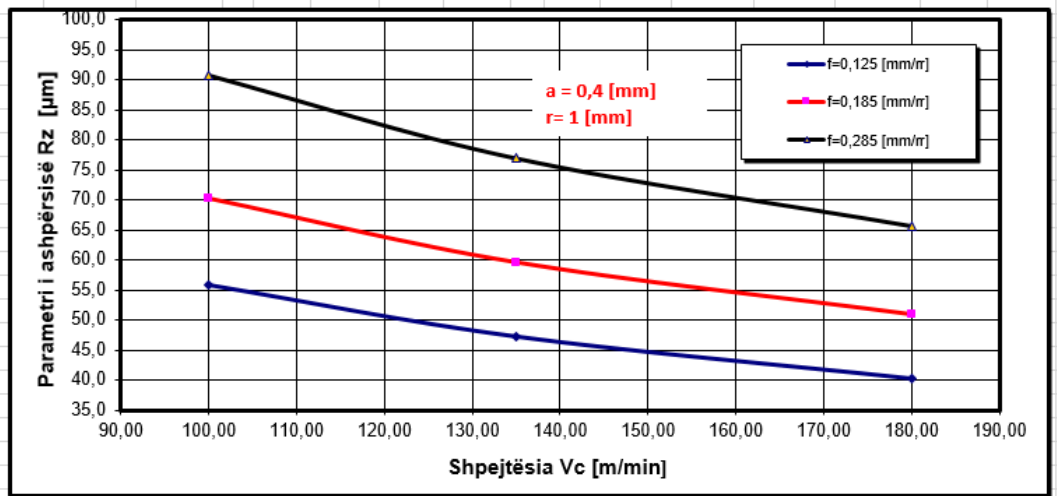


Fig. 2.5 Varësia e Rz prej shpejtësisë së prerjes dhe hapit, për a_{mes} dhe r_{mes}

	Vc=100	Vc=135	Vc=180
	100	135	180
f=0,125 [mm/rr]	61,93	52,47	44,77
f=0,185 [mm/rr]	78,07	66,15	56,44
f=0,285 [mm/rr]	100,79	85,40	72,86

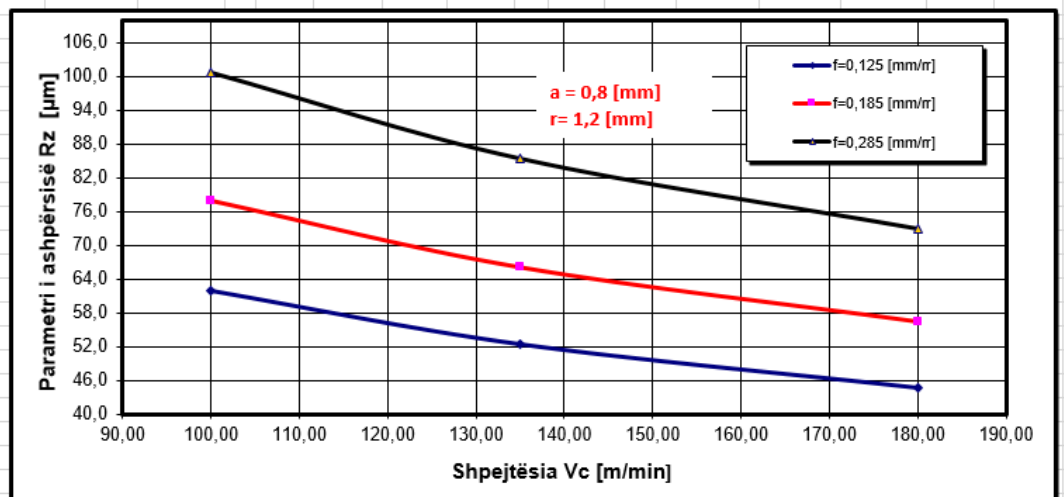


Fig. 2.6 Varësia e Rz prej shpejtësisë së prerjes dhe hapit, për a_{max} dhe r_{max}

	f=0,125	f=0,185	f=0,285
	0,125	0,185	0,285
Vc=100 [m/min]	61,93	78,07	100,79
Vc=135 [m/min]	52,47	66,15	85,40
Vc=180 [m/min]	44,77	56,44	72,86

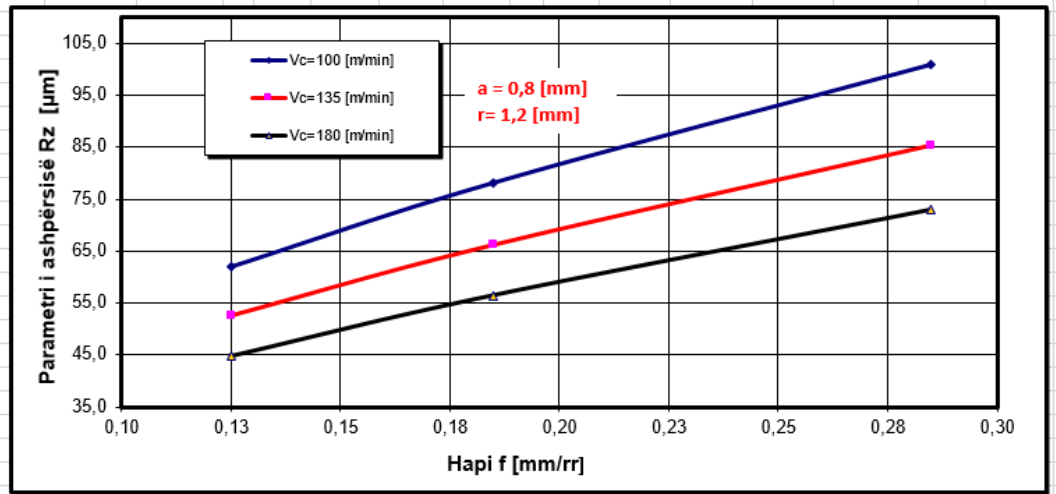


Fig. 2.7 Varësia e Rz prej hapit dhe shpejtësisë së prerjes, për a_{max} dhe r_{max}

	f=0,125	f=0,185	f=0,285
	0,125	0,185	0,285
Vc=100 [m/min]	53,20	67,08	86,59
Vc=135 [m/min]	45,08	56,84	73,37
Vc=180 [m/min]	38,46	48,49	62,60

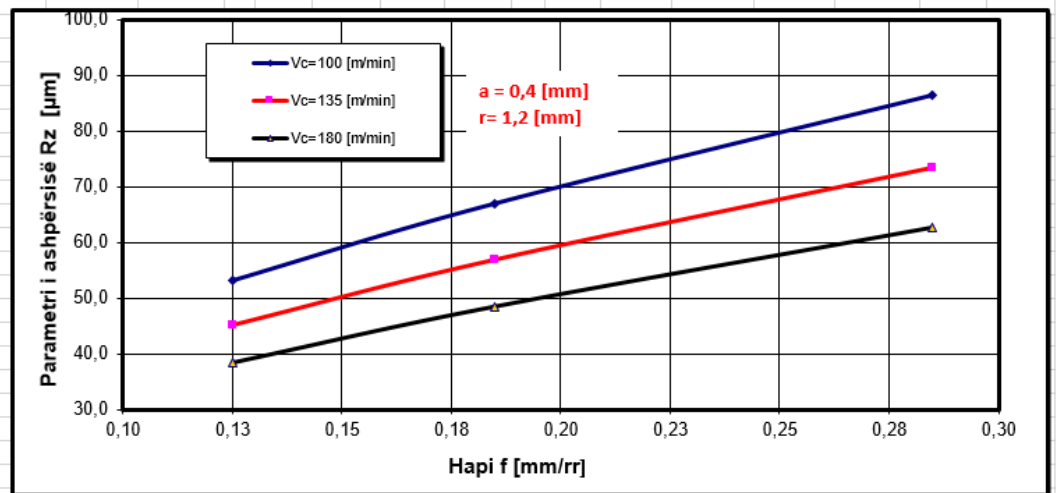


Fig. 2.8 Varësia e Rz prej hapit dhe shpejtësisë së prerjes, për a_{mes} dhe r_{max}

	f=0,125	f=0,185	f=0,285
	0,125	0,185	0,285
a=0,2 [mm]	50,77	64,01	82,64
a=0,4 [mm]	59,10	74,50	96,18
a=0,8 [mm]	68,78	86,72	111,95

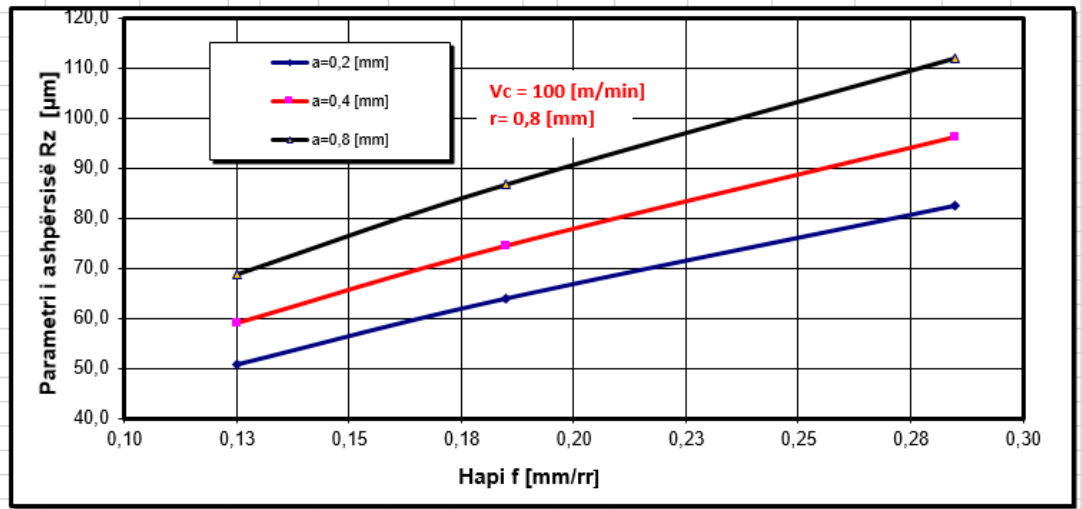


Fig. 2.9 Varësia e Rz prej hapit dhe thellësisë së prerjes për V_{cmin} dhe r_{min}

	f=0,125	f=0,185	f=0,285
	0,125	0,185	0,285
a=0,2 [mm]	40,61	51,19	66,09
a=0,4 [mm]	47,26	59,59	76,92
a=0,8 [mm]	55,01	69,35	89,53

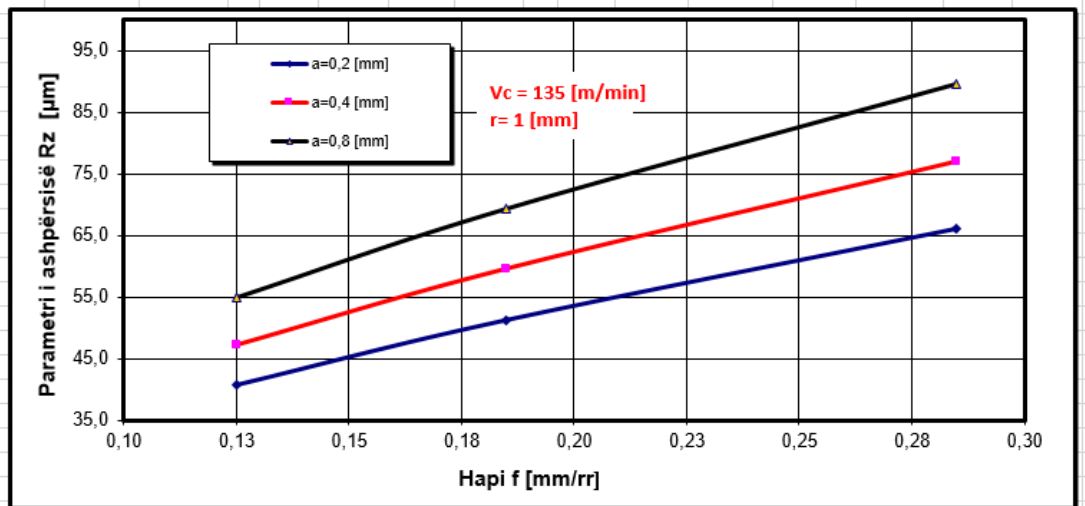


Fig. 2.10 Varësia e Rz prej hapit dhe thellësisë së prerjes për V_{cmes} dhe r_{mes}

	f=0,125	f=0,185	f=0,285
	0,125	0,185	0,285
a=0,2 [mm]	33,05	41,66	53,78
a=0,4 [mm]	38,46	48,49	62,60
a=0,8 [mm]	44,77	56,44	72,86

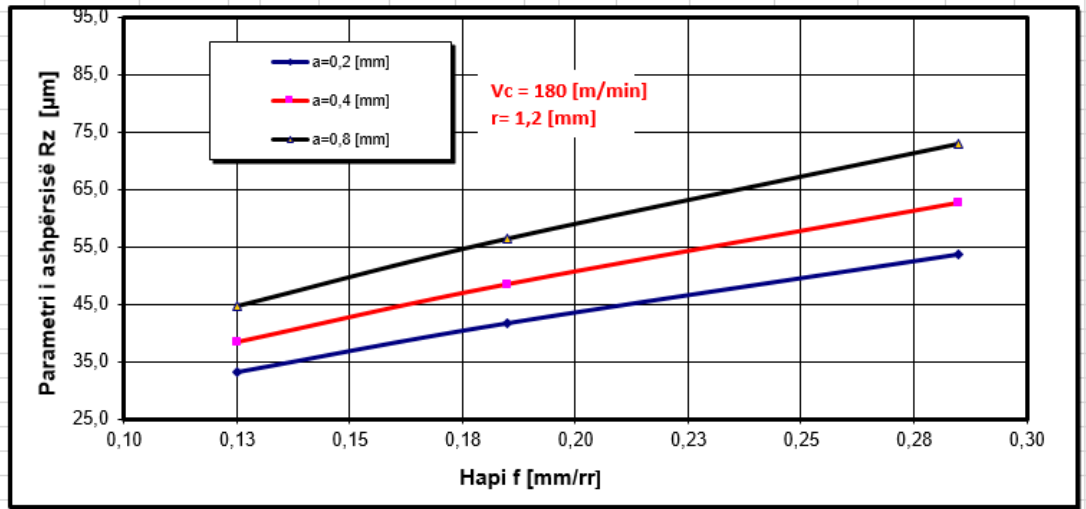


Fig. 2.11 Varësia e Rz prej hapit dhe thellësisë së prerjes për V_{cmax} dhe r_{max}

	r=0,8	r=1	r=1,2
	0,8	1	1,2
a=0,2 [mm]	59,74	56,38	53,78
a=0,4 [mm]	69,53	65,63	62,60
a=0,8 [mm]	80,93	76,39	72,86

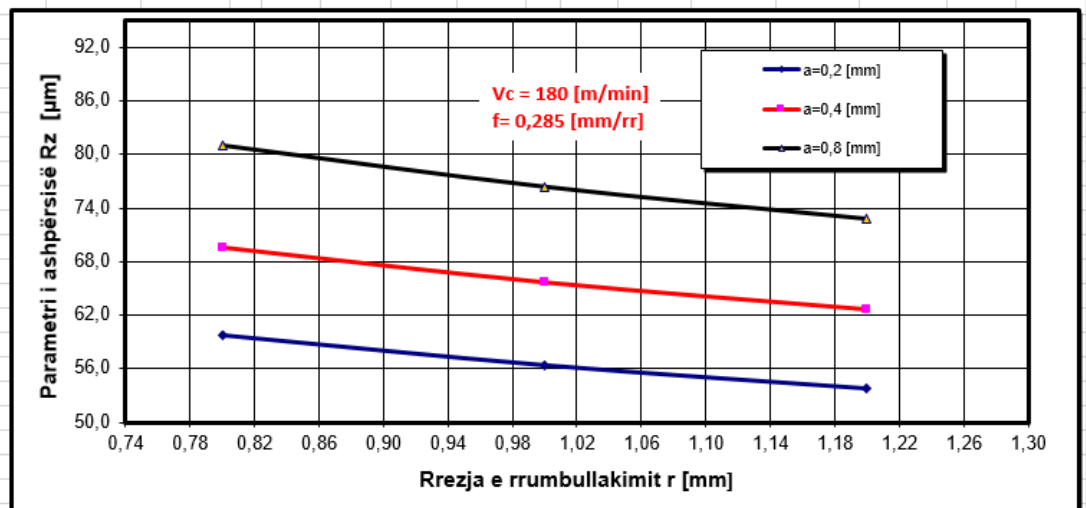


Fig. 2.12 Varësia e Rz prej rrezes së rumbullakimit dhe thellësisë së prerjes, për V_{cmax} dhe f_{max}

	r=0,8	r=1	r=1,2
	0,8	1	1,2
a=0,2 [mm]	54,24	51,19	48,83
a=0,4 [mm]	63,13	59,59	56,84
a=0,8 [mm]	73,48	69,35	66,15

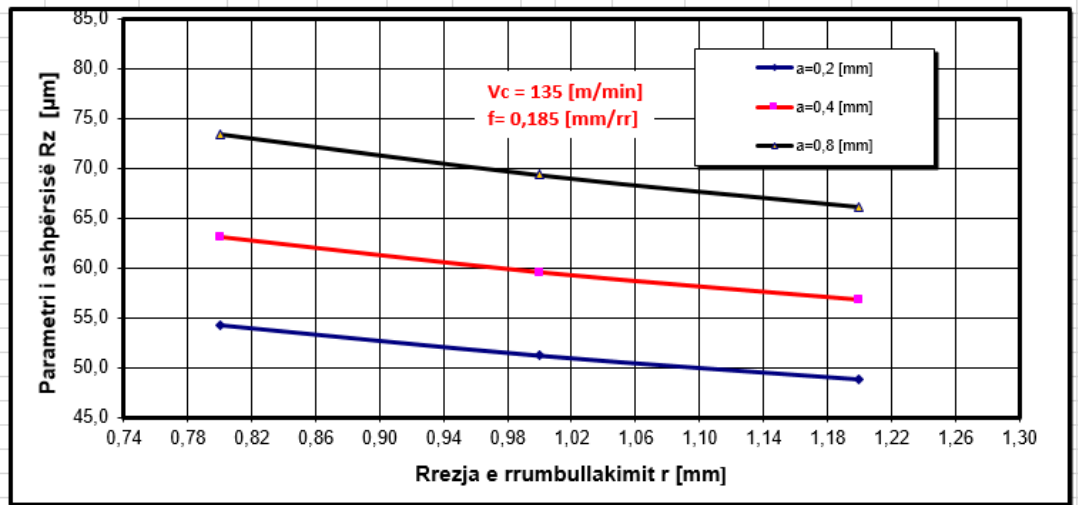


Fig. 2.13 Varësia e Rz prej rrezes së rrumbullakimit dhe thellësisë së prerjes, për $V_{c_{mes}}$ dhe f_{mes}

	r=0,8	r=1	r=1,2
	0,8	1	1,2
a=0,2 [mm]	50,77	47,92	45,71
a=0,4 [mm]	59,10	55,78	53,20
a=0,8 [mm]	68,78	64,92	61,93

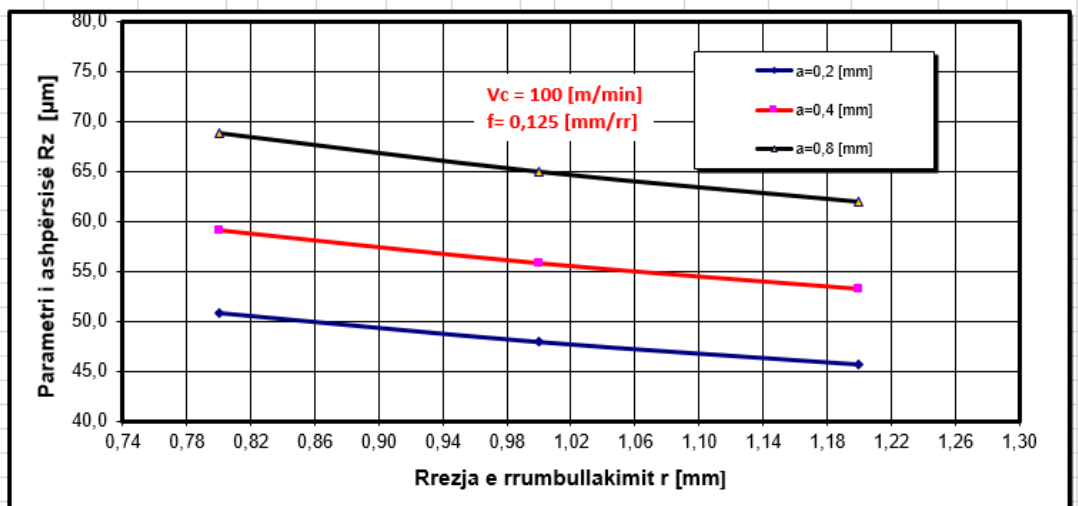


Fig. 2.14 Varësia e Rz prej rrezes së rrumbullakimit dhe thellësisë së prerjes, për $V_{c_{min}}$ dhe f_{min}

	r=0,8	r=1	r=1,2
	0,8	1	1,2
Vc=100 [m/min]	50,77	47,92	45,71
Vc=135 [m/min]	43,02	40,61	38,73
Vc=180 [m/min]	36,70	34,64	33,05

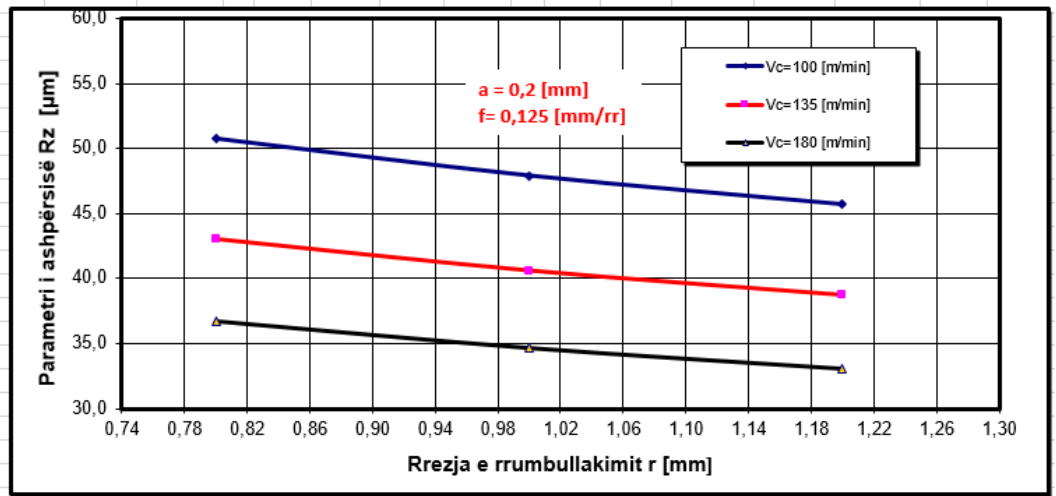


Fig. 2.15 Varësia e Rz prej rrezes së rrumbullakimit dhe shpejtësisë së prerjes, për a_{min} dhe f_{min}

	r=0,8	r=1	r=1,2
	0,8	1	1,2
Vc=100 [m/min]	74,50	70,32	67,08
Vc=135 [m/min]	63,13	59,59	56,84
Vc=180 [m/min]	53,86	50,84	48,49

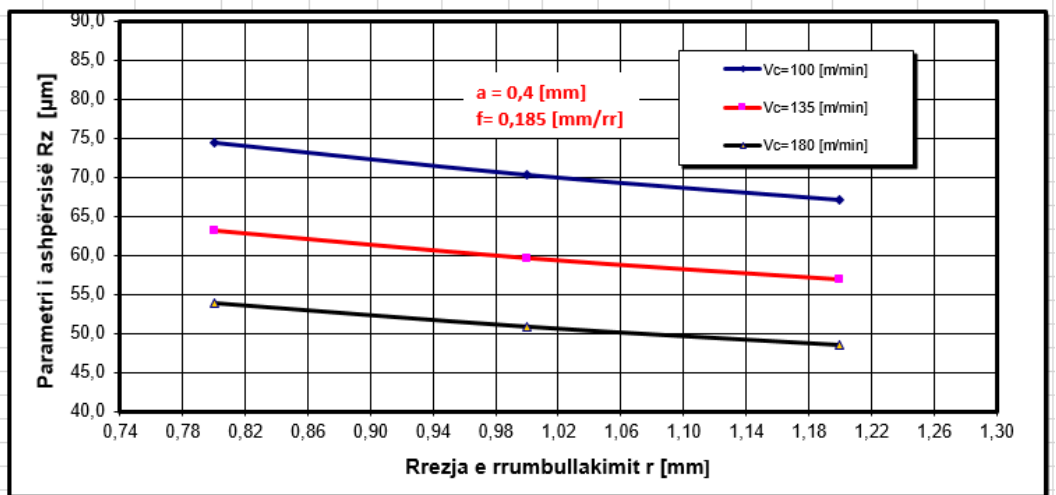


Fig. 2.16 Varësia e Rz prej rrezes së rrumbullakimit dhe shpejtësisë së prerjes, për a_{mes} dhe f_{mes}

	r=0,8	r=1	r=1,2
	0,8	1	1,2
Vc=100 [m/min]	111,95	105,66	100,79
Vc=135 [m/min]	94,86	89,53	85,40
Vc=180 [m/min]	80,93	76,39	72,86

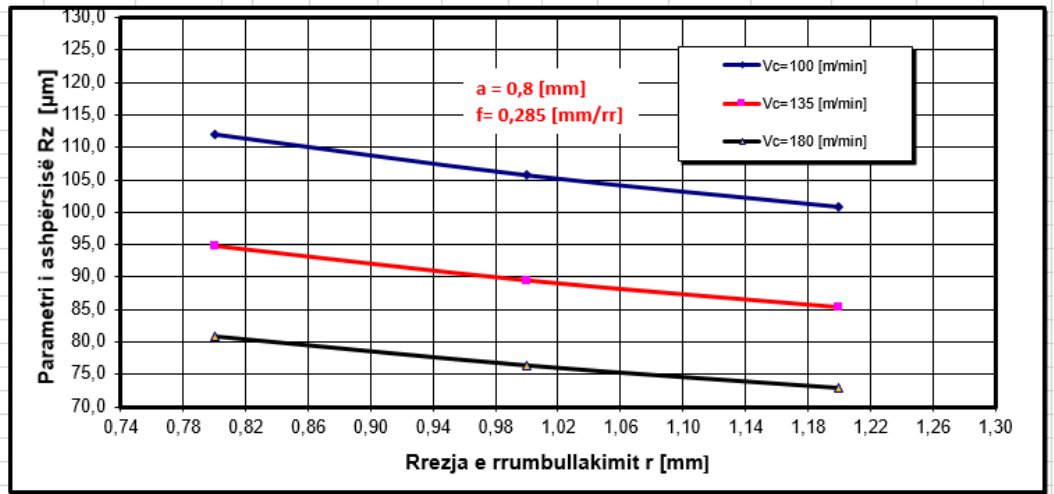


Fig. 2.17 Varësia e Rz prej rrezes së rrumbullakimit dhe shpejtësisë së prerjes, për a_{max} dhe f_{max}

	r=0,8	r=1	r=1,2
	0,8	1	1,2
Vc=100 [m/min]	82,64	78,00	74,40
Vc=135 [m/min]	70,02	66,09	63,04
Vc=180 [m/min]	59,74	56,38	53,78

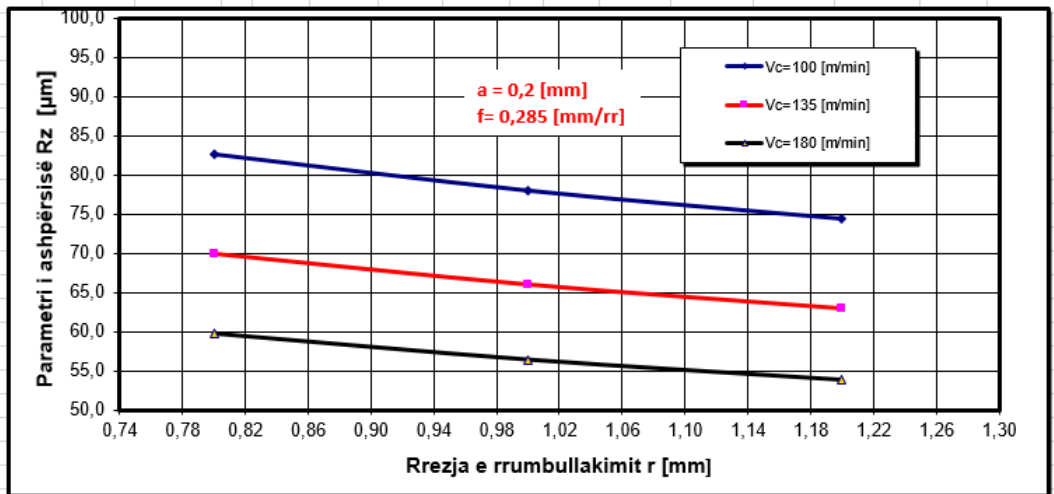


Fig. 2.18 Varësia e Rz prej rrezes së rrumbullakimit dhe shpejtësisë së prerjes, për a_{min} dhe f_{max}

	r=0,8	r=1	r=1,2
	0,8	1	1,2
Vc=100 [m/min]	64,01	60,42	57,63
Vc=135 [m/min]	54,24	51,19	48,83
Vc=180 [m/min]	46,27	43,68	41,66

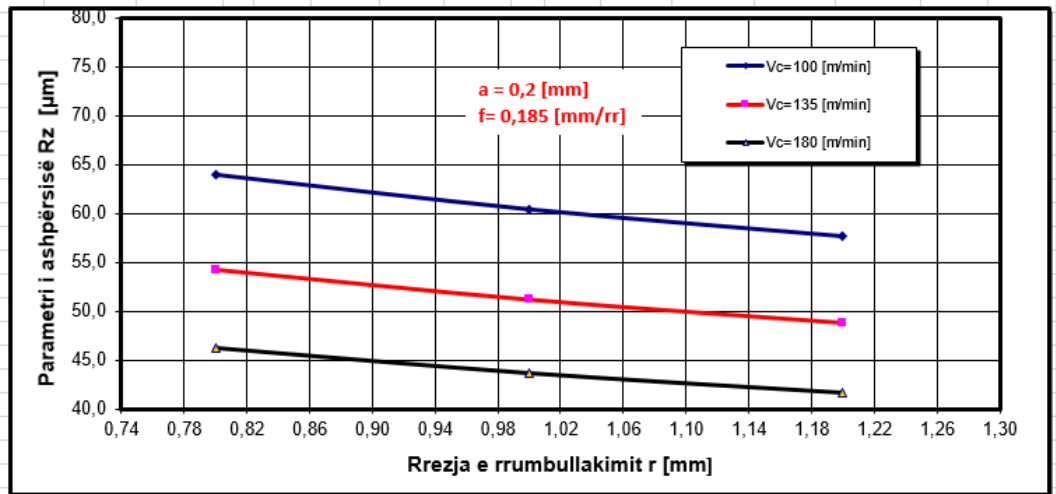


Fig. 2.19 Varësia e Rz prej rrezes së rrumbullakimit dhe shpejtësisë së prerjes, për a_{min} dhe f_{mes}

	r=0,8	r=1	r=1,2
	0,8	1	1,2
Vc=100 [m/min]	86,72	81,85	78,07
Vc=135 [m/min]	73,48	69,35	66,15
Vc=180 [m/min]	62,69	59,17	56,44

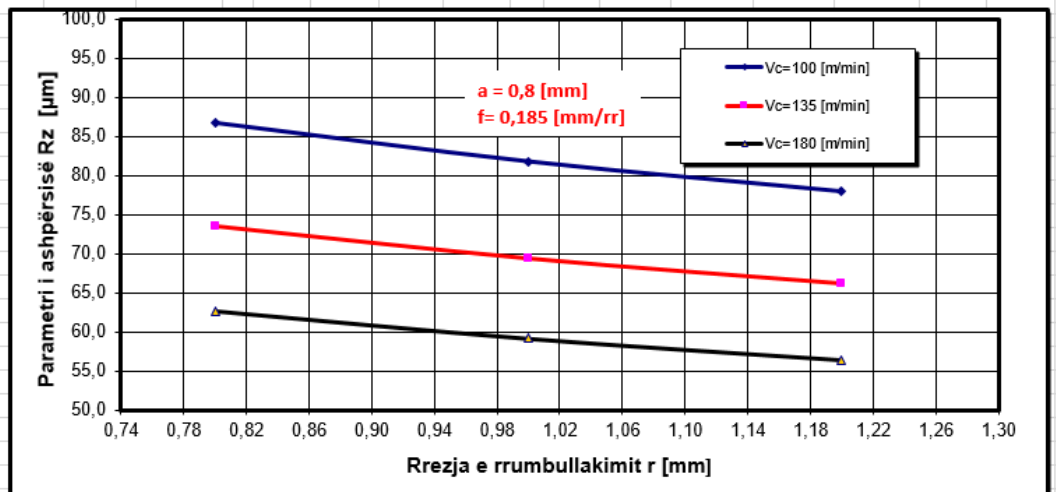


Fig. 2.20 Varësia e Rz prej rrezes së rrumbullakimit dhe shpejtësisë së prerjes, për a_{max} dhe f_{mes}

$$R_q = 553.194 \cdot v^{-0.466} \cdot f^{0.441} \cdot a^{0.240} \cdot r^{-0.309}$$

	Vc=100	Vc=135	Vc=180
	100	135	180
a=0,2 [mm]	18,83	16,37	14,32
a=0,4 [mm]	22,24	19,33	16,91
a=0,8 [mm]	26,26	22,83	19,97

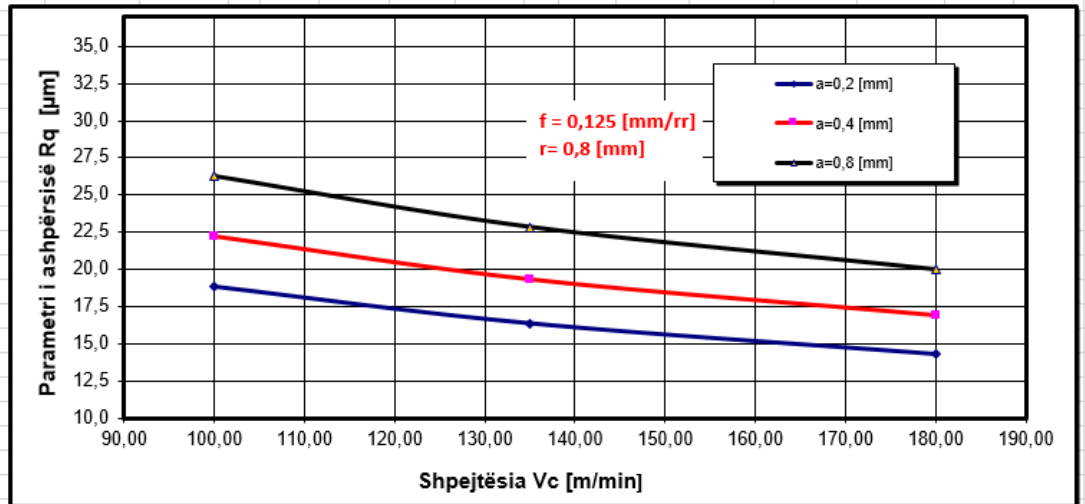


Fig. 3.1 Varësia e Rq prej shpejtësisë dhe thellësisë së prerjes, për f_{min} dhe r_{min}

	Vc=100	Vc=135	Vc=180
	100	135	180
a=0,2 [mm]	20,89	18,16	15,89
a=0,4 [mm]	24,67	21,45	18,76
a=0,8 [mm]	29,14	25,33	22,16

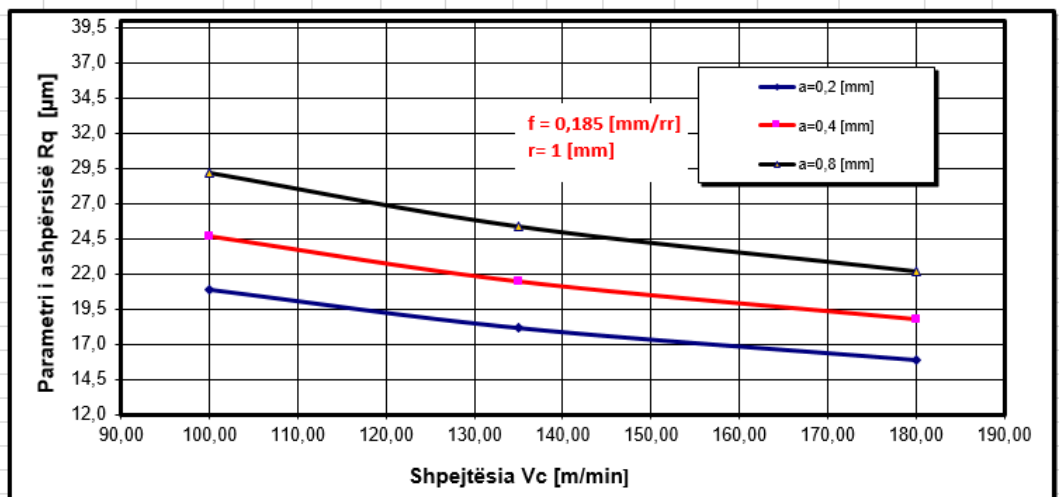


Fig. 3.2 Varësia e Rq prej shpejtësisë dhe thellësisë së prerjes, për f_{mes} dhe r_{mes}

	Vc=100	Vc=135	Vc=180
	100	135	180
a=0,2 [mm]	23,89	20,77	18,17
a=0,4 [mm]	28,22	24,53	21,46
a=0,8 [mm]	33,32	28,97	25,34

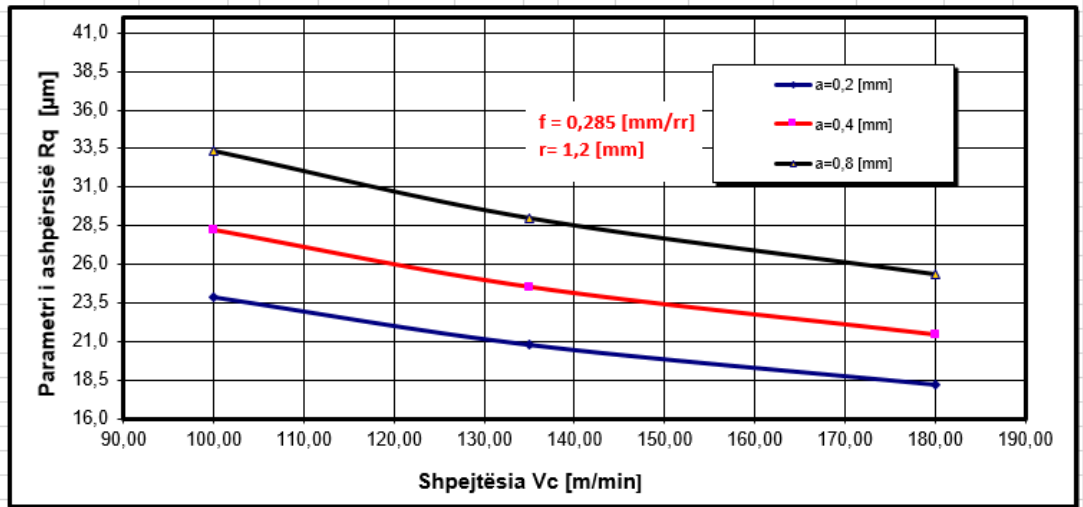


Fig. 3.3 Varësia e R_q prej shpejtësisë dhe thellësisë së prerjes, për f_{max} dhe r_{max}

	Vc=100	Vc=135	Vc=180
	100	135	180
f=0,125 [mm/rr]	18,83	16,37	14,32
f=0,185 [mm/rr]	22,38	19,46	17,02
f=0,285 [mm/rr]	27,08	23,55	20,59

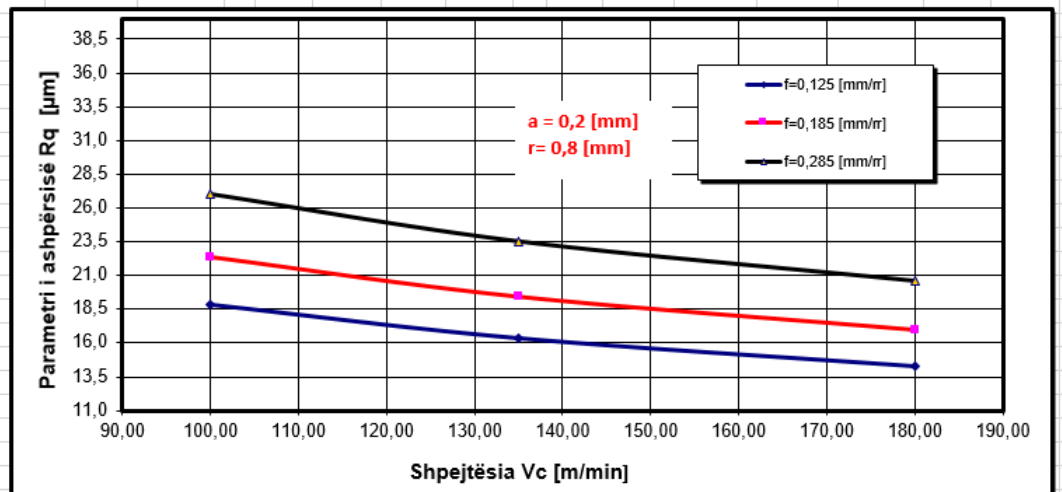


Fig. 3.4 Varësia e R_q prej shpejtësisë së prerjes dhe hapit, për a_{min} dhe r_{min}

	Vc=100	Vc=135	Vc=180
	100	135	180
f=0,125 [mm/rr]	20,75	18,05	15,78
f=0,185 [mm/rr]	24,67	21,45	18,76
f=0,285 [mm/rr]	29,85	25,96	22,70

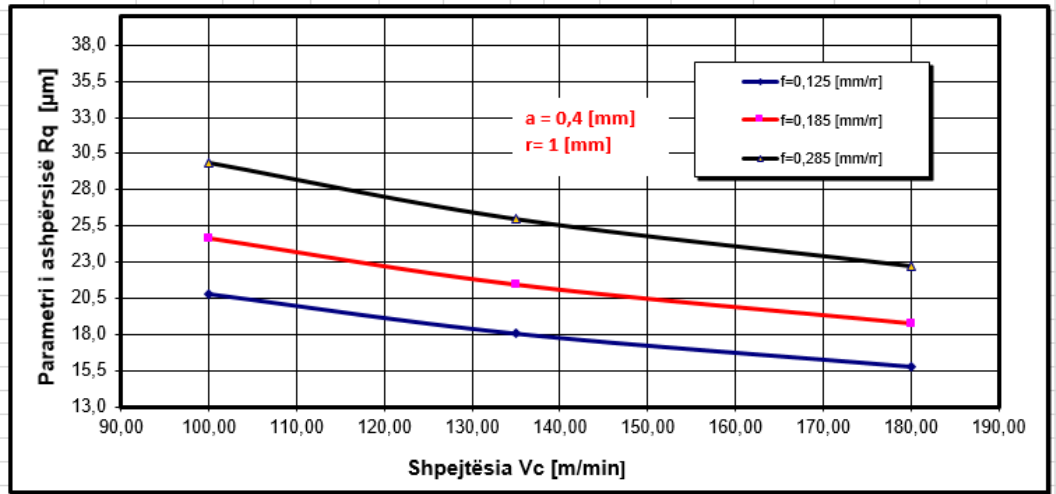


Fig. 3.5 Varësia e Rq prej shpejtësisë së prerjes dhe hapit, për a_{mes} dhe r_{mes}

	Vc=100	Vc=135	Vc=180
	100	135	180
f=0,125 [mm/rr]	23,17	20,14	17,62
f=0,185 [mm/rr]	27,54	23,95	20,94
f=0,285 [mm/rr]	33,32	28,97	25,34

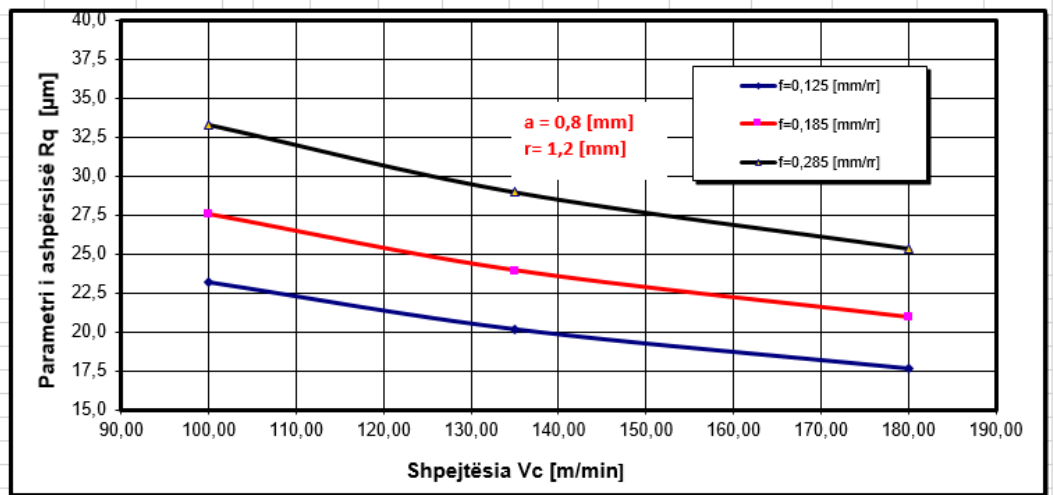


Fig. 3.6 Varësia e Rq prej shpejtësisë së prerjes dhe hapit, për a_{max} dhe r_{max}

	f=0,125	f=0,185	f=0,285
	0,125	0,185	0,285
Vc=100 [m/min]	23,17	27,54	33,32
Vc=135 [m/min]	20,14	23,95	28,97
Vc=180 [m/min]	17,62	20,94	25,34

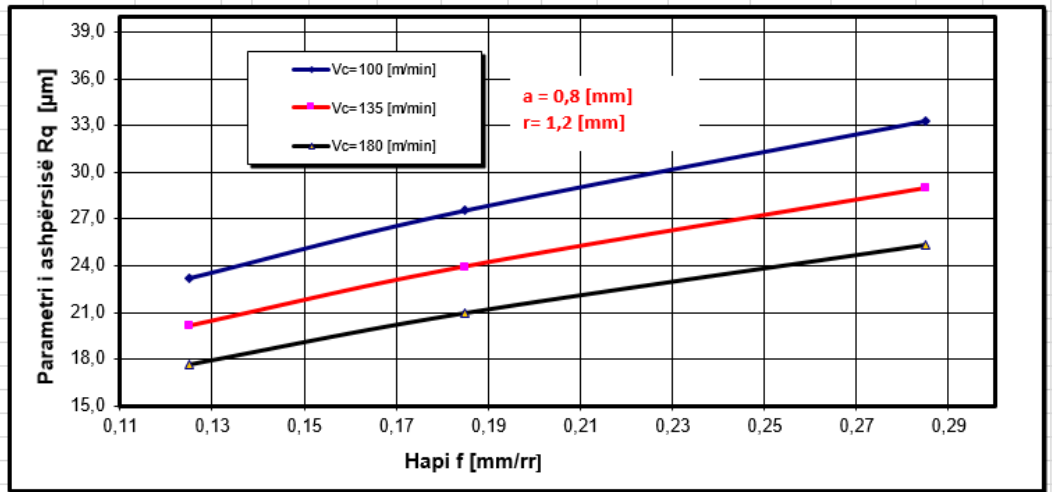


Fig. 3.7 Varësia e R_q prej hapit dhe shpejtësisë së prerjes, a_{max} dhe r_{max}

	f=0,125	f=0,185	f=0,285
	0,125	0,185	0,285
Vc=100 [m/min]	19,62	23,32	28,22
Vc=135 [m/min]	17,06	20,28	24,53
Vc=180 [m/min]	14,92	17,73	21,46

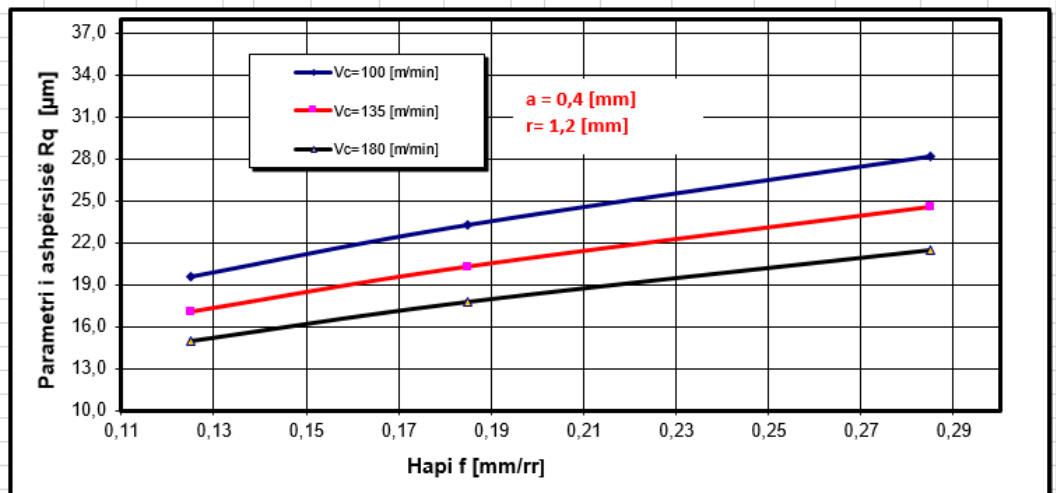


Fig. 3.8 Varësia e R_q prej hapit dhe shpejtësisë së prerjes, a_{mes} dhe r_{max}

	f=0,125	f=0,185	f=0,285
	0,125	0,185	0,285
a=0,2 [mm]	18,83	22,38	27,08
a=0,4 [mm]	22,24	26,43	31,98
a=0,8 [mm]	26,26	31,22	37,77

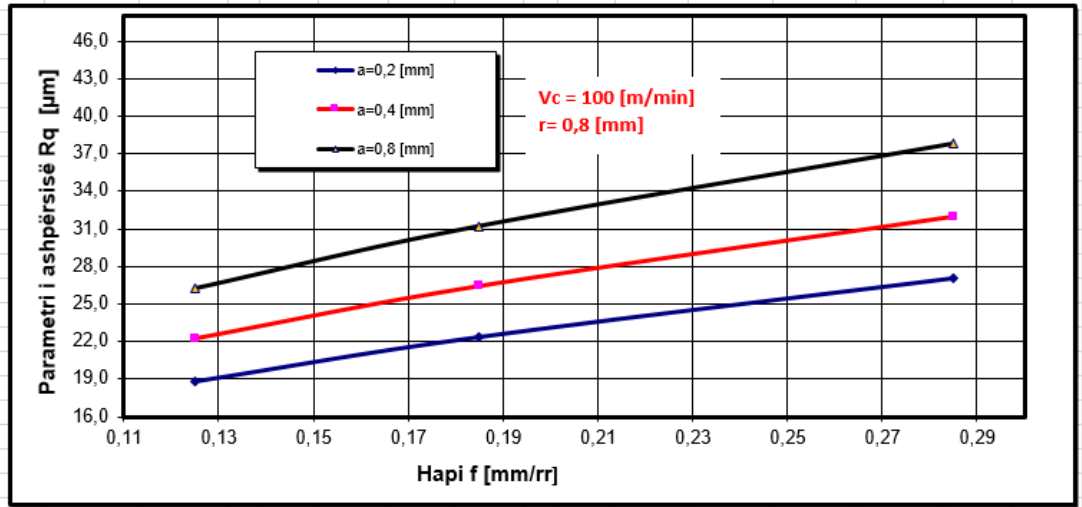


Fig. 3.9 Varësia e R_q prej hapit dhe thellësisë së prerjes, për $V_{c_{min}}$ dhe r_{min}

	f=0,125	f=0,185	f=0,285
	0,125	0,185	0,285
a=0,2 [mm]	15,28	18,16	21,98
a=0,4 [mm]	18,05	21,45	25,96
a=0,8 [mm]	21,31	25,33	30,65

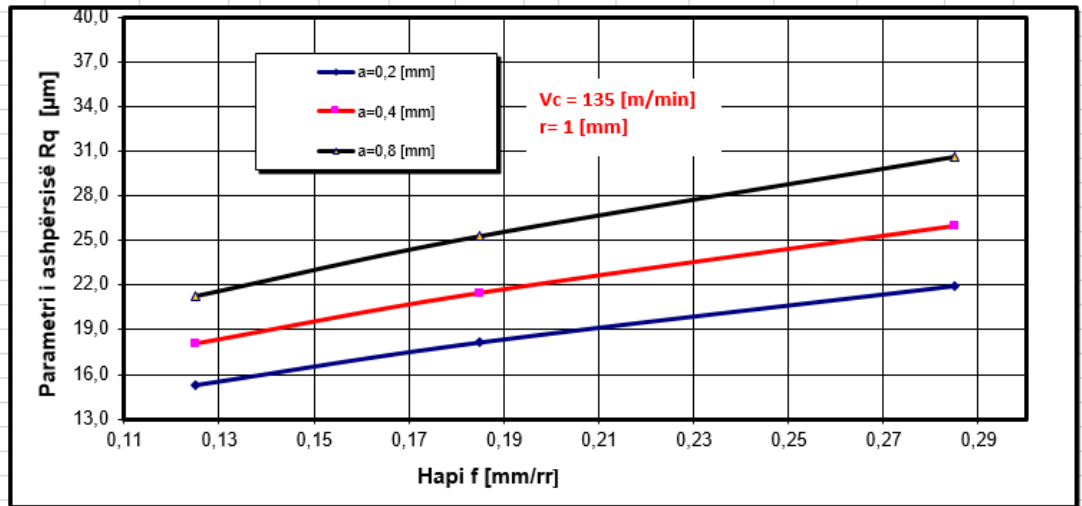


Fig. 3.10 Varësia e R_q prej hapit dhe thellësisë së prerjes, për $V_{c_{mes}}$ dhe r_{mes}

	f=0,125	f=0,185	f=0,285
	0,125	0,185	0,285
a=0,2 [mm]	12,63	15,01	18,17
a=0,4 [mm]	14,92	17,73	21,46
a=0,8 [mm]	17,62	20,94	25,34

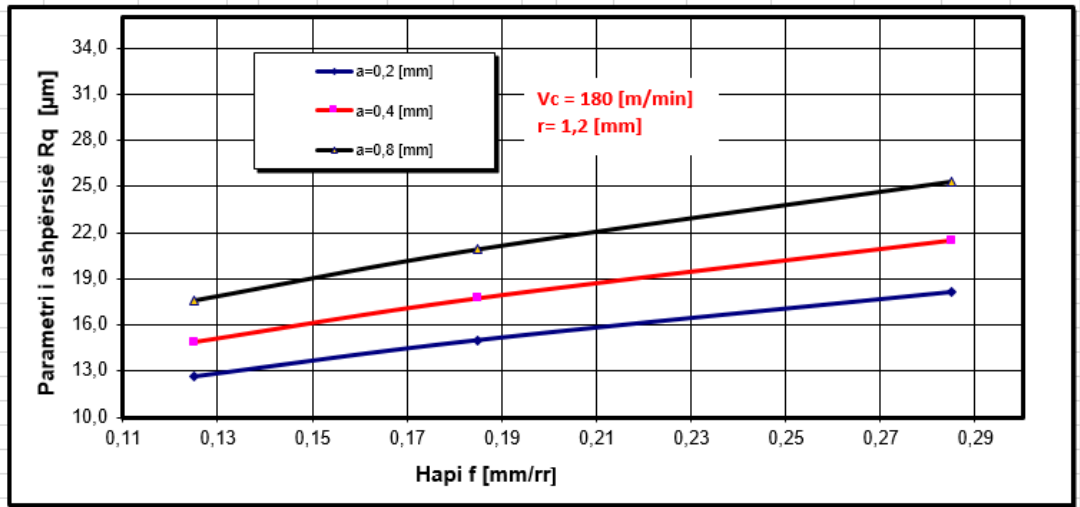


Fig. 3.11 Varësia e R_q prej hapit dhe thellësisë së prerjes, për $V_{c_{max}}$ dhe r_{max}

	r=0,8	r=1	r=1,2
	0,8	1	1,2
a=0,2 [mm]	20,59	19,22	18,17
a=0,4 [mm]	24,32	22,70	21,46
a=0,8 [mm]	28,72	26,81	25,34

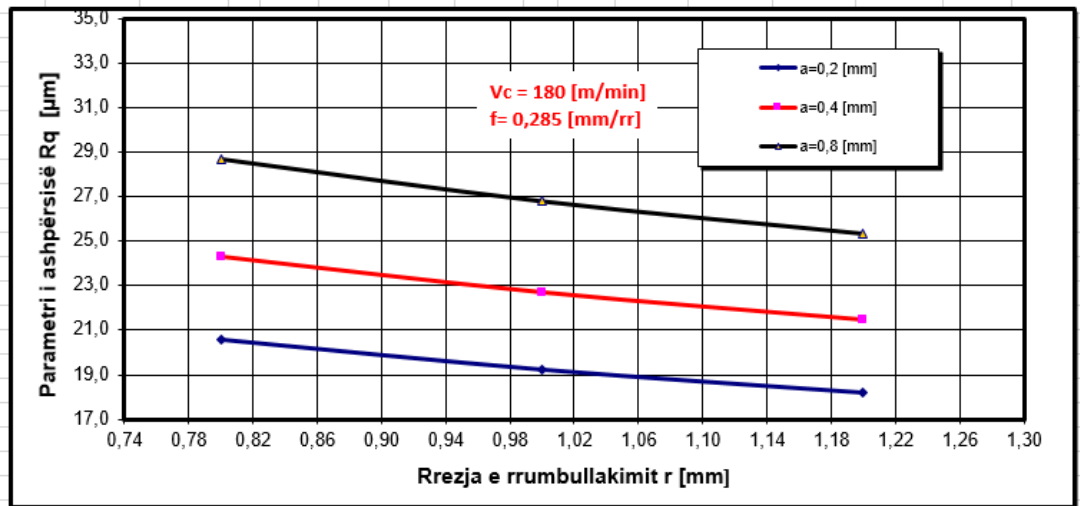


Fig. 3.12 Varësia e R_q prej rrezes së rumbullakimit dhe thellësisë së prerjes, për $V_{c_{max}}$ dhe f_{max}

	r=0,8	r=1	r=1,2
	0,8	1	1,2
a=0,2 [mm]	19,46	18,16	17,17
a=0,4 [mm]	22,98	21,45	20,28
a=0,8 [mm]	27,14	25,33	23,95

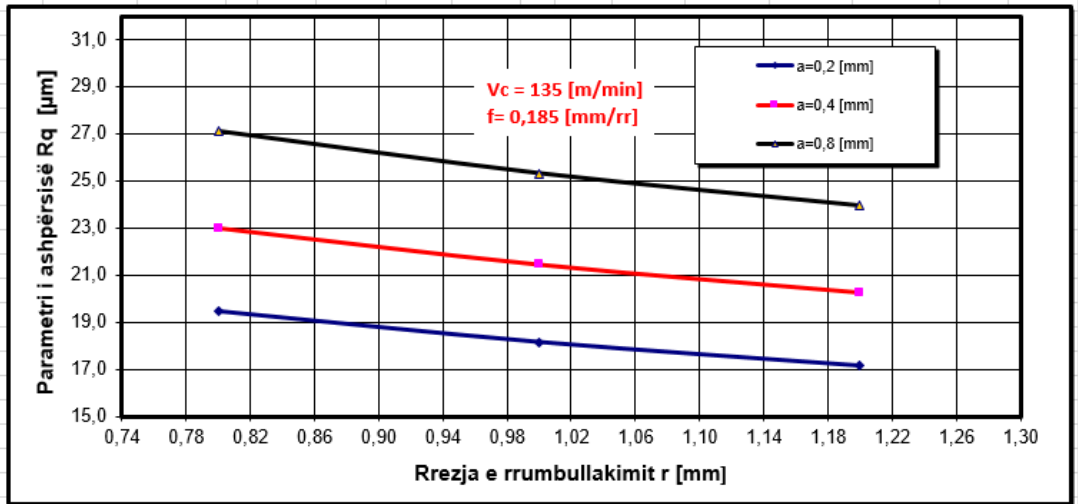


Fig. 3.13 Varësia e Rq prej rrezes së rrumbullakimit dhe thellësisë së prerjes, për $V_{c_{mes}}$ dhe f_{mes}

	r=0,8	r=1	r=1,2
	0,8	1	1,2
a=0,2 [mm]	18,83	17,57	16,61
a=0,4 [mm]	22,24	20,75	19,62
a=0,8 [mm]	26,26	24,51	23,17

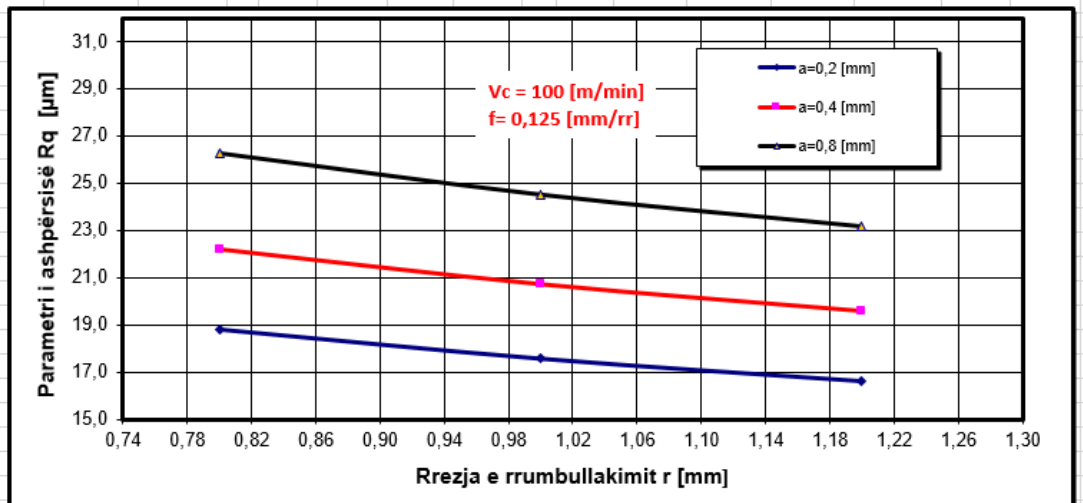


Fig. 3.14 Varësia e Rq prej rrezes së rrumbullakimit dhe thellësisë së prerjes, për $V_{c_{min}}$ dhe f_{min}

	r=0,8	r=1	r=1,2
	0,8	1	1,2
Vc=100 [m/min]	18,83	17,57	16,61
Vc=135 [m/min]	16,37	15,28	14,44
Vc=180 [m/min]	14,32	13,36	12,63

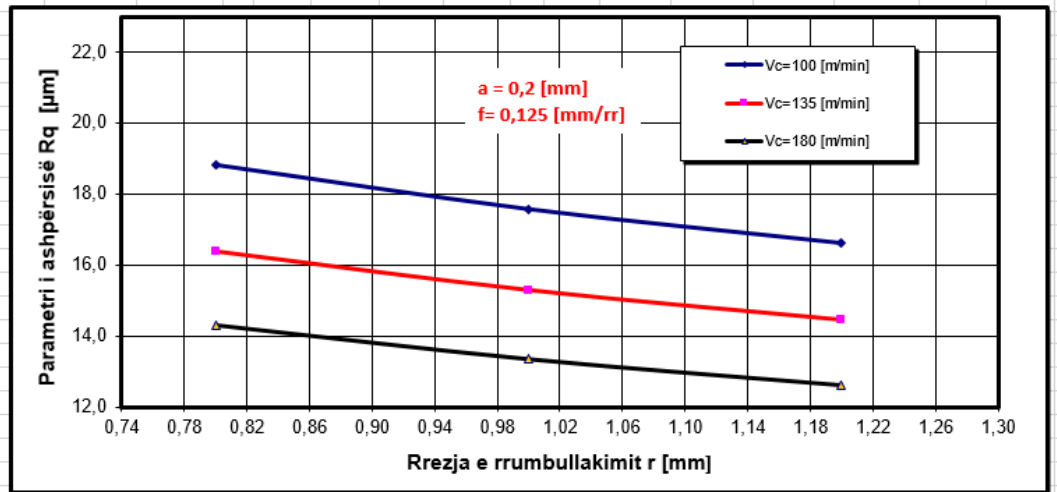


Fig. 3.15 Varësia e R_q prej rrezes së rrumbullakimit dhe shpejtësisë së prerjes, për a_{min} dhe f_{min}

	r=0,8	r=1	r=1,2
	0,8	1	1,2
Vc=100 [m/min]	26,43	24,67	23,32
Vc=135 [m/min]	22,98	21,45	20,28
Vc=180 [m/min]	20,10	18,76	17,73

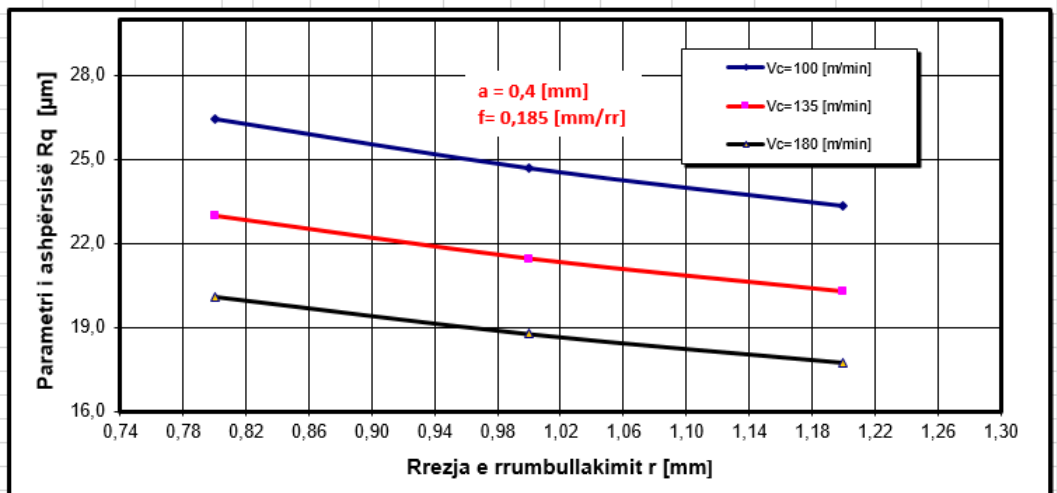


Fig. 3.16 Varësia e R_q prej rrezes së rrumbullakimit dhe shpejtësisë së prerjes, për a_{mes} dhe f_{mes}

	r=0,8	r=1	r=1,2
	0,8	1	1,2
Vc=100 [m/min]	37,77	35,25	33,32
Vc=135 [m/min]	32,84	30,65	28,97
Vc=180 [m/min]	28,72	26,81	25,34

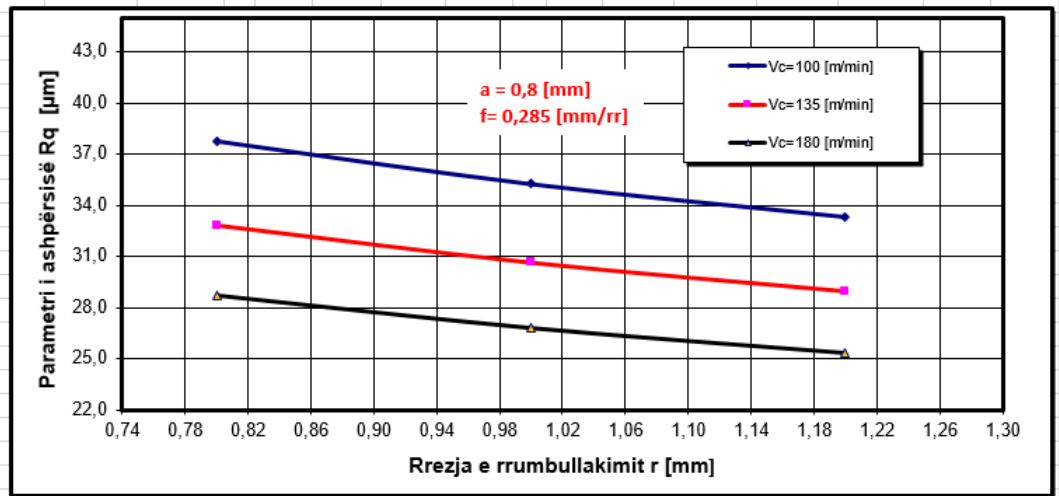


Fig. 3.17 Varësia e R_q prej rrezes së rrumbullakimit dhe shpejtësisë së prerjes, për a_{max} dhe f_{max}

	r=0,8	r=1	r=1,2
	0,8	1	1,2
Vc=100 [m/min]	27,08	25,28	23,89
Vc=135 [m/min]	23,55	21,98	20,77
Vc=180 [m/min]	20,59	19,22	18,17

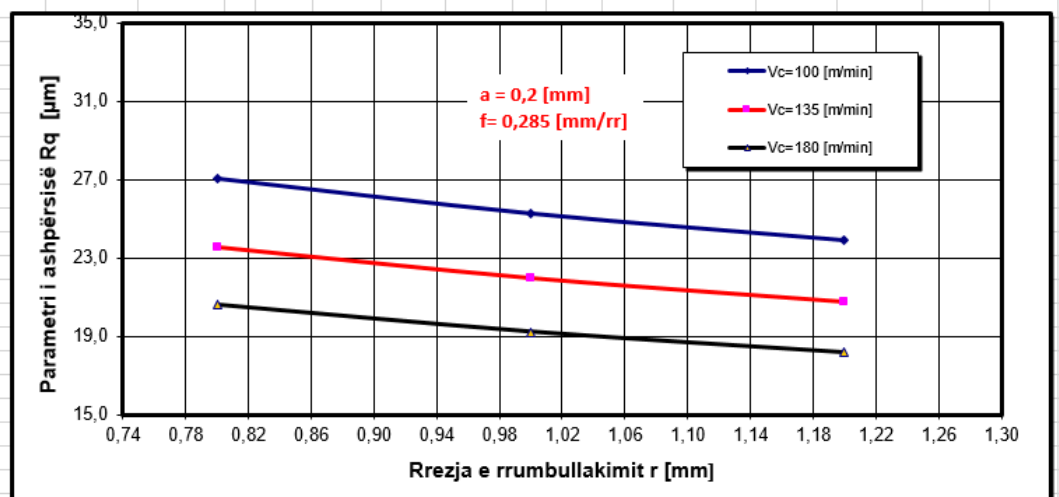


Fig. 3.18 Varësia e R_q prej rrezes së rrumbullakimit dhe shpejtësisë së prerjes, për a_{min} dhe f_{max}

	r=0,8	r=1	r=1,2
	0,8	1	1,2
Vc=100 [m/min]	22,38	20,89	19,75
Vc=135 [m/min]	19,46	18,16	17,17
Vc=180 [m/min]	17,02	15,89	15,01

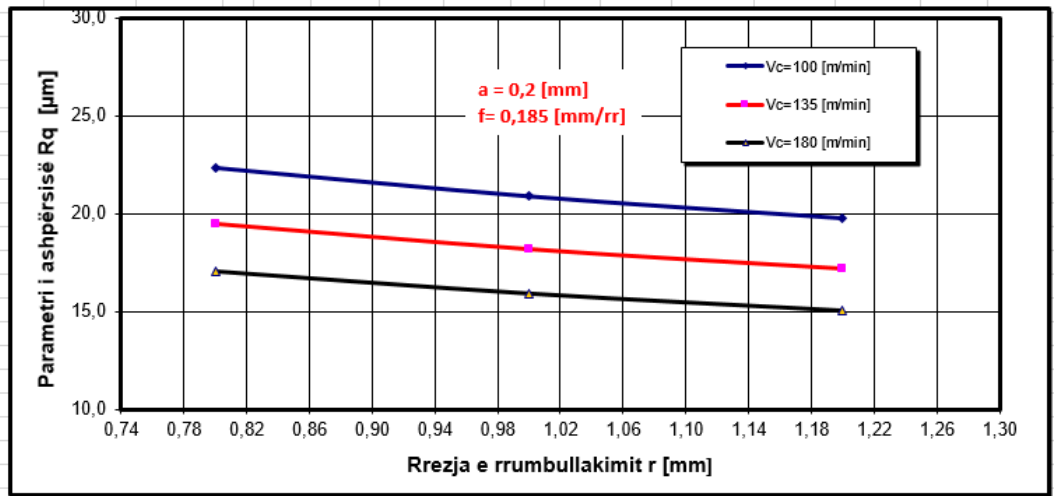


Fig. 3.19 Varësia e R_q prej rrezes së rrumbullakimit dhe shpejtësisë së prerjes, për a_{min} dhe f_{mes}

	r=0,8	r=1	r=1,2
	0,8	1	1,2
Vc=100 [m/min]	31,22	29,14	27,54
Vc=135 [m/min]	27,14	25,33	23,95
Vc=180 [m/min]	23,74	22,16	20,94

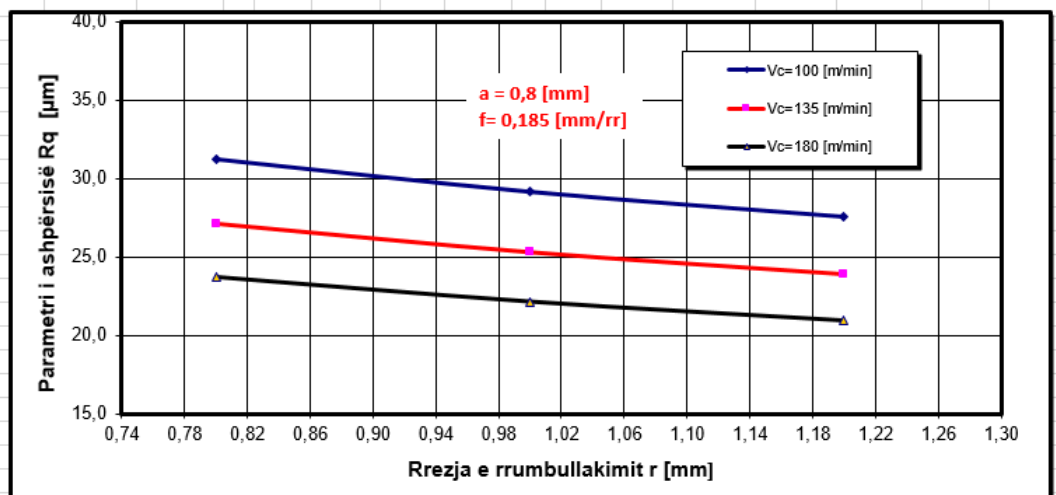


Fig. 3.20 Varësia e R_q prej rrezes së rrumbullakimit dhe shpejtësisë së prerjes, për a_{max} dhe f_{mes}

$$R_t = 2186.488 \cdot v^{-0.491} \cdot f^{0.418} \cdot a^{0.217} \cdot r^{-0.192}$$

	Vc=100	Vc=135	Vc=180
	100	135	180
a=0,2 [mm]	70,34	60,70	52,70
a=0,4 [mm]	81,75	70,55	61,26
a=0,8 [mm]	95,02	82,00	71,20

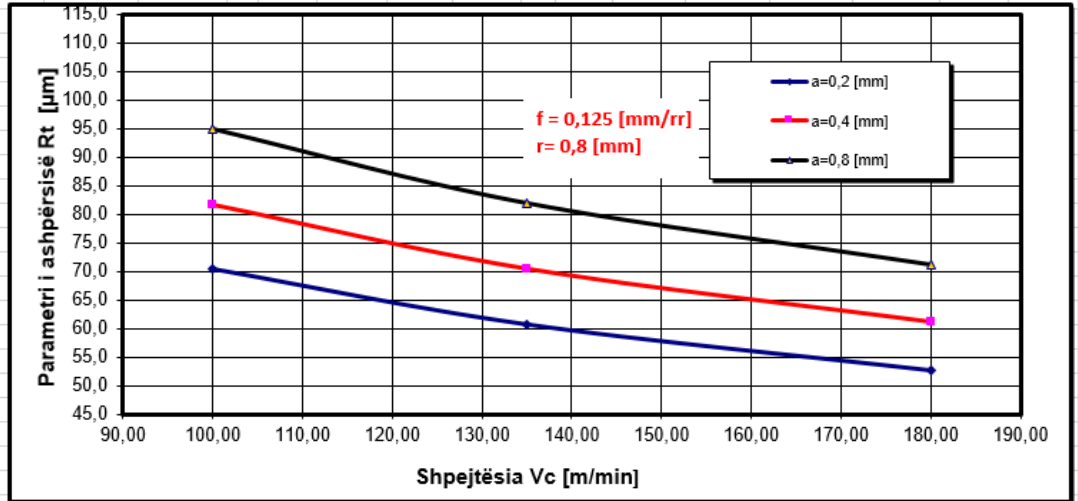


Fig. 4.1 Varësia e Rt prej shpejtësisë dhe thellësisë së prerjes, për f_{min} dhe r_{min}

	Vc=100	Vc=135	Vc=180
	100	135	180
a=0,2 [mm]	79,39	68,51	59,49
a=0,4 [mm]	92,27	79,63	69,14
a=0,8 [mm]	107,25	92,56	80,36

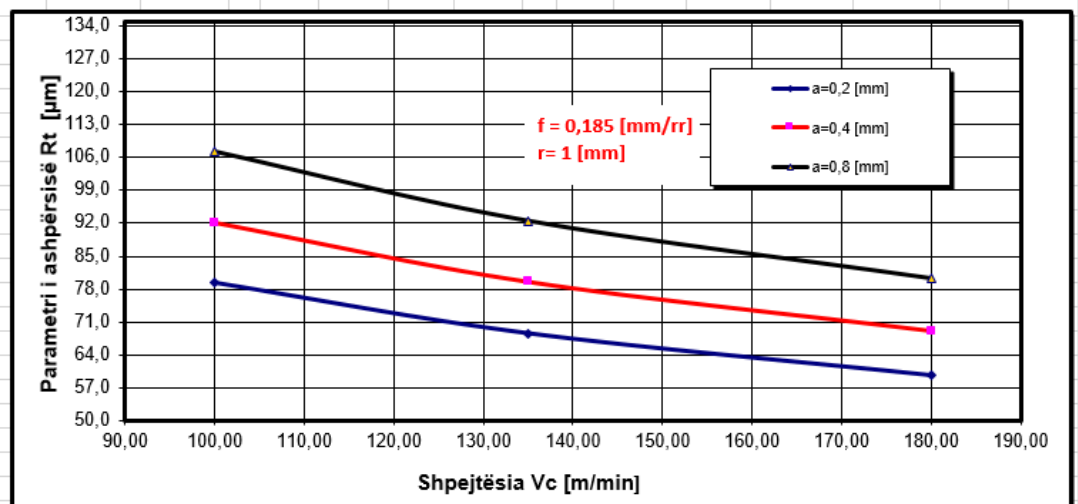


Fig. 4.2 Varësia e Rt prej shpejtësisë dhe thellësisë së prerjes, për f_{mes} dhe r_{mes}

	Vc=100	Vc=135	Vc=180
	100	135	180
a=0,2 [mm]	91,83	79,25	68,81
a=0,4 [mm]	106,74	92,11	79,98
a=0,8 [mm]	124,06	107,06	92,96

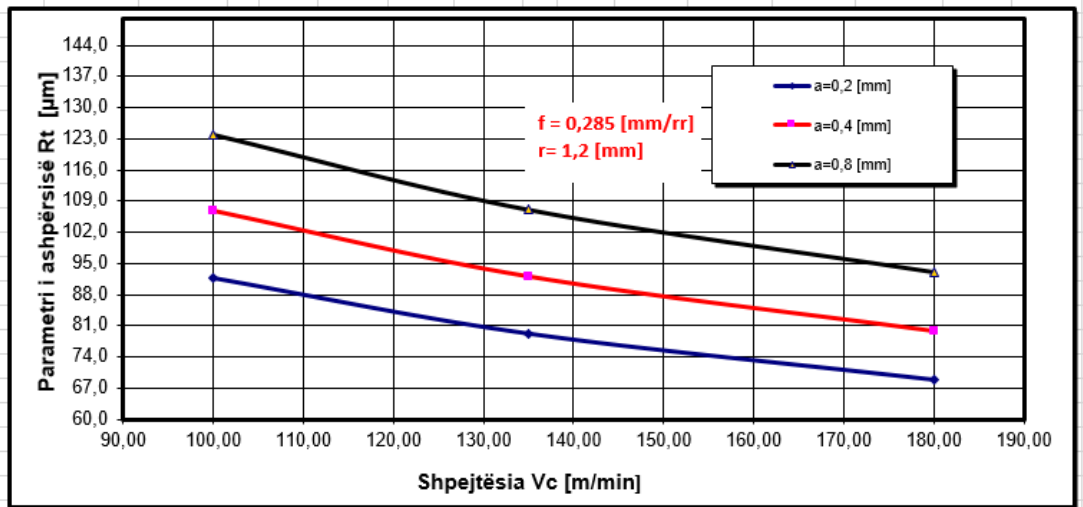


Fig. 4.3 Varësia e Rt prej shpejtësisë dhe thellësisë së prerjes, për f_{max} dhe r_{max}

	Vc=100	Vc=135	Vc=180
	100	135	180
f=0,125 [mm/rr]	70,34	60,70	52,70
f=0,185 [mm/rr]	82,86	71,51	62,09
f=0,285 [mm/rr]	99,27	85,67	74,38

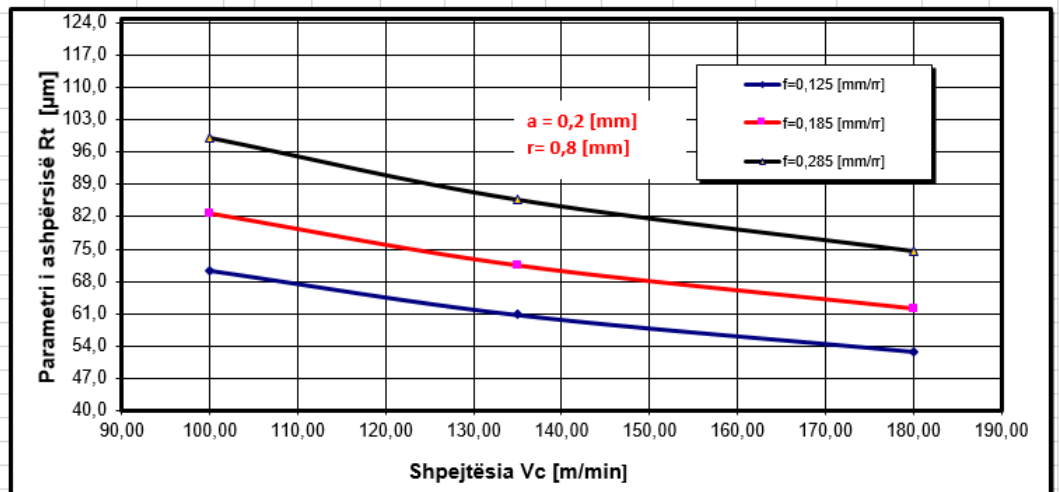


Fig. 4.4 Varësia e Rt prej shpejtësisë dhe hapit, për a_{min} dhe r_{min}

	Vc=100	Vc=135	Vc=180
	100	135	180
f=0,125 [mm/r]	78,33	67,59	58,69
f=0,185 [mm/r]	92,27	79,63	69,14
f=0,285 [mm/r]	110,54	95,39	82,83

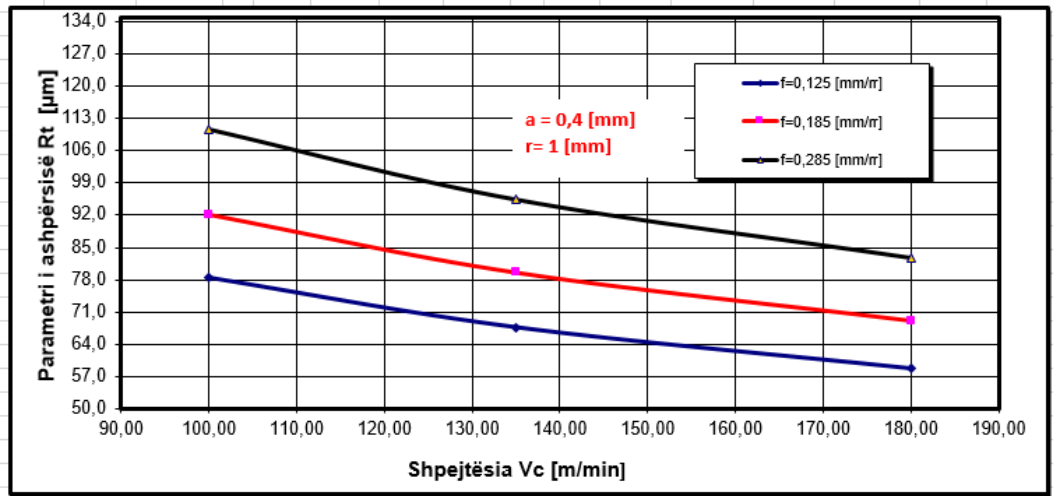


Fig. 4.5 Varësia e Rt prej shpejtësisë së prerjes dhe hapit, për a_{mes} dhe r_{mes}

	Vc=100	Vc=135	Vc=180
	100	135	180
f=0,125 [mm/r]	87,91	75,86	65,87
f=0,185 [mm/r]	103,56	89,37	77,60
f=0,285 [mm/r]	124,06	107,06	92,96

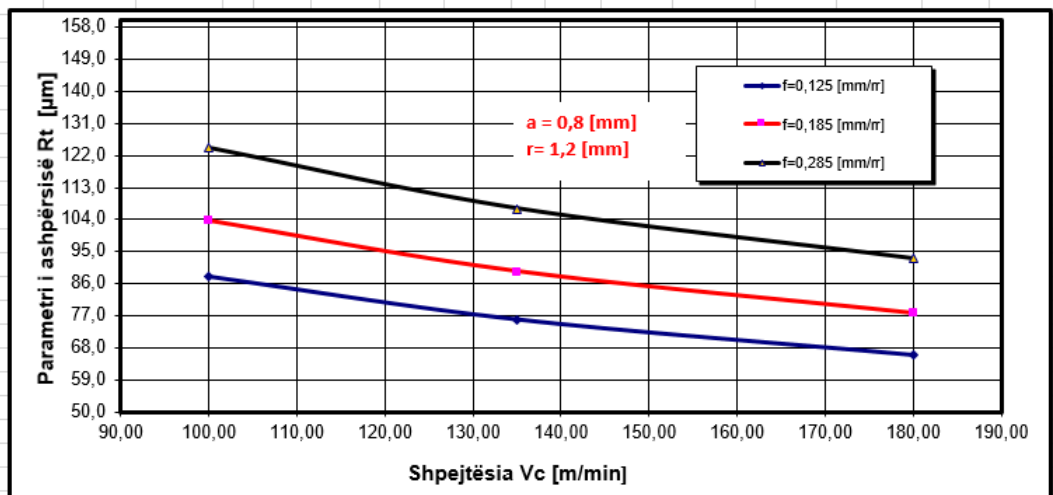


Fig. 4.6 Varësia e Rt prej shpejtësisë dhe hapit, për a_{max} dhe r_{max}

	f=0,125	f=0,185	f=0,285
	0,125	0,185	0,285
Vc=100 [m/min]	87,91	103,56	124,06
Vc=135 [m/min]	75,86	89,37	107,06
Vc=180 [m/min]	65,87	77,60	92,96

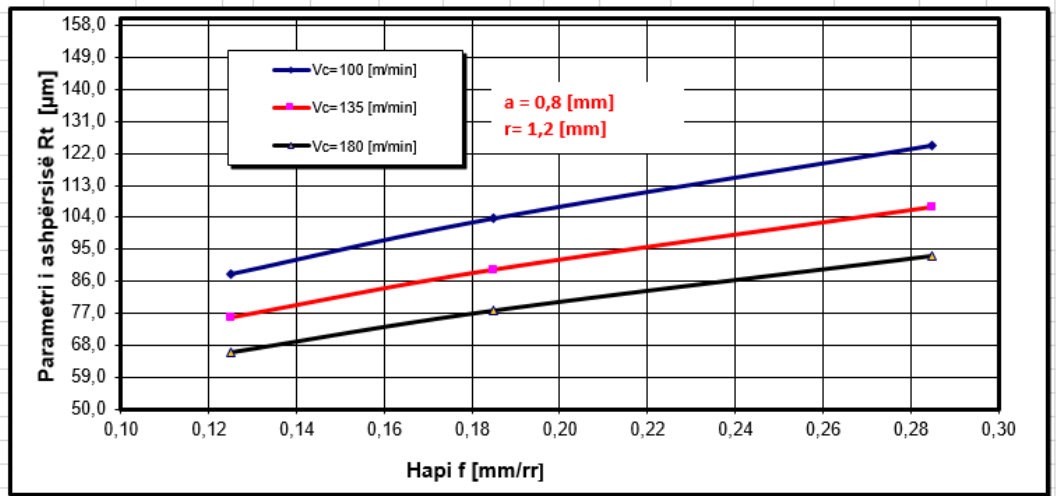


Fig. 4.7 Varësia e R_t prej hapit dhe shpejtësisë së prerjes, a_{max} dhe r_{max}

	f=0,125	f=0,185	f=0,285
	0,125	0,185	0,285
Vc=100 [m/min]	75,63	89,10	106,74
Vc=135 [m/min]	65,27	76,89	92,11
Vc=180 [m/min]	56,67	66,76	79,98

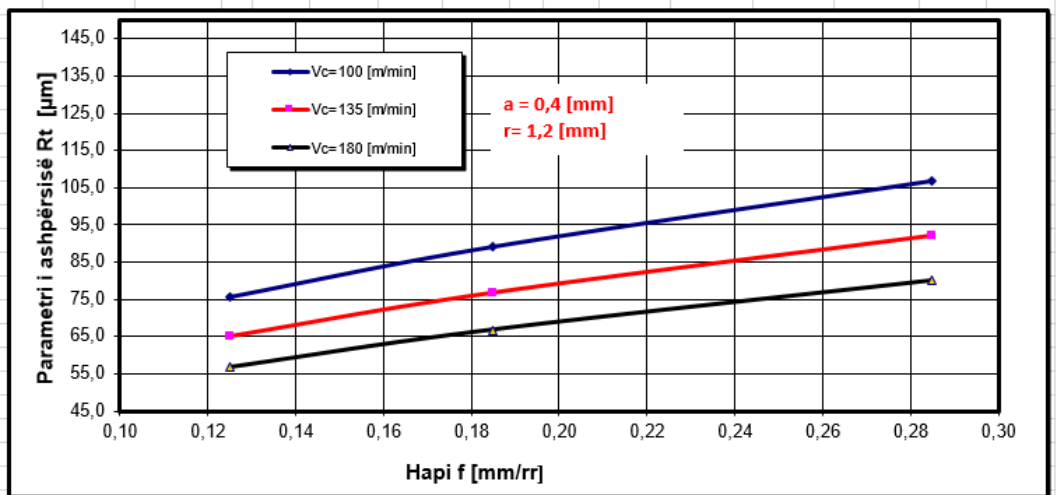


Fig. 4.8 Varësia e R_t prej hapit dhe shpejtësisë së prerjes, a_{mes} dhe r_{max}

	f=0,125	f=0,185	f=0,285
	0,125	0,185	0,285
a=0,2 [mm]	70,34	82,86	99,27
a=0,4 [mm]	81,75	96,31	115,38
a=0,8 [mm]	95,02	111,94	134,11

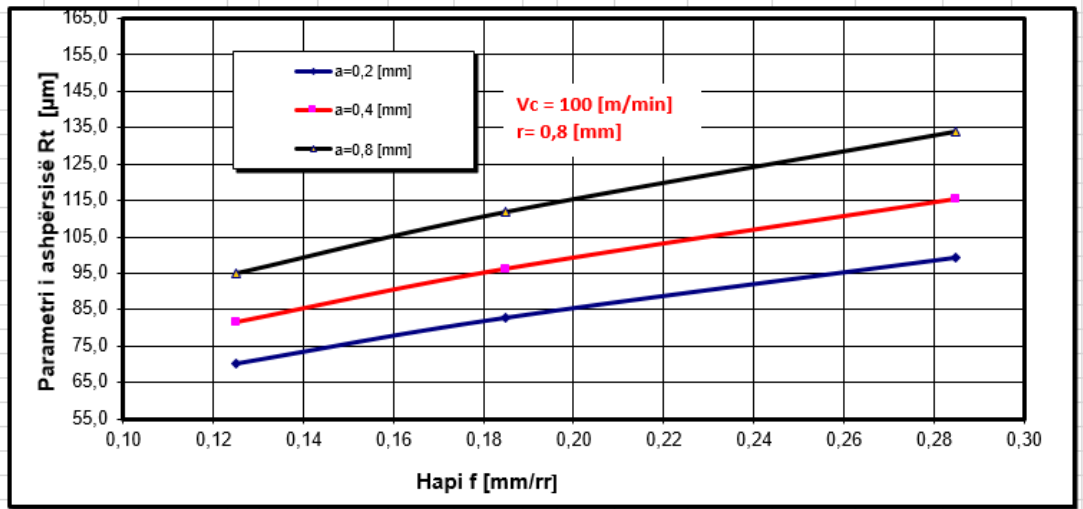


Fig. 4.9 Varësia e R_t prej hapit dhe thellësisë së prerjes, për V_{cmin} dhe r_{min}

	f=0,125	f=0,185	f=0,285
	0,125	0,185	0,285
a=0,2 [mm]	58,15	68,51	82,07
a=0,4 [mm]	67,59	79,63	95,39
a=0,8 [mm]	78,57	92,56	110,88

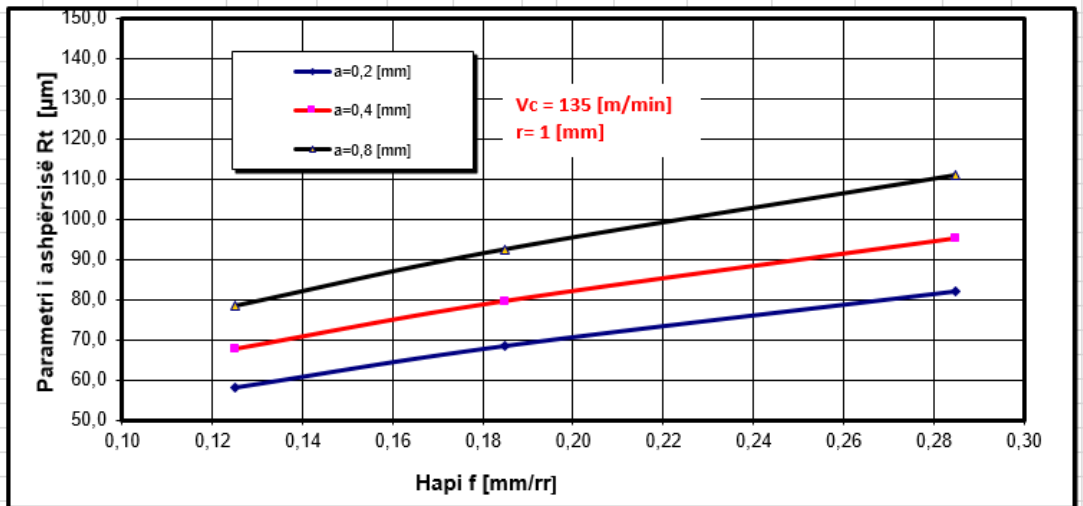


Fig. 4.10 Varësia e R_t prej hapit dhe thellësisë së prerjes, për V_{cmax} dhe r_{max}

	f=0,125	f=0,185	f=0,285
	0,125	0,185	0,285
a=0,2 [mm]	48,76	57,44	68,81
a=0,4 [mm]	56,67	66,76	79,98
a=0,8 [mm]	65,87	77,60	92,96

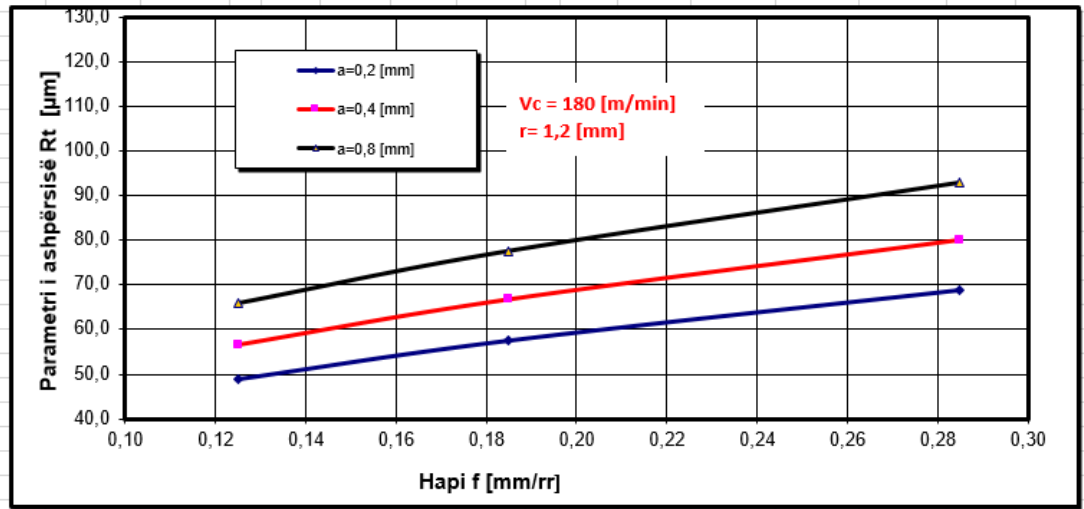


Fig. 4.11 Varësia e Rt prej hapit dhe thellësisë së prerjes, për V_{cmax} dhe r_{max}

	r=0,8	r=1	r=1,2
	0,8	1	1,2
a=0,2 [mm]	74,38	71,26	68,81
a=0,4 [mm]	86,45	82,83	79,98
a=0,8 [mm]	100,49	96,27	92,96

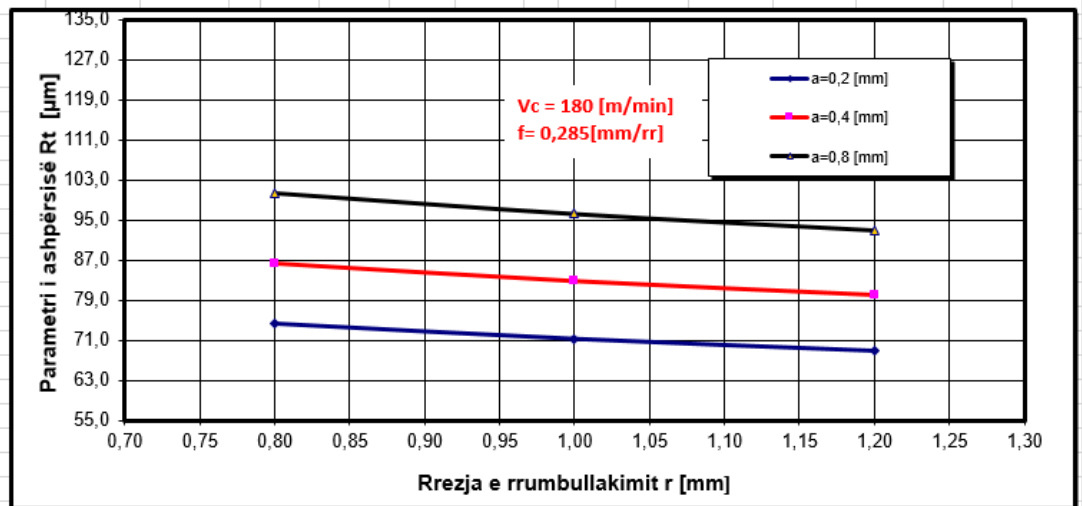


Fig. 4.12 Varësia e Rt prej rrezes së rumbullakimit dhe thellësisë së prerjes, për V_{cmax} dhe f_{max}

	r=0,8	r=1	r=1,2
	0,8	1	1,2
a=0,2 [mm]	71,51	68,51	66,15
a=0,4 [mm]	83,12	79,63	76,89
a=0,8 [mm]	96,61	92,56	89,37

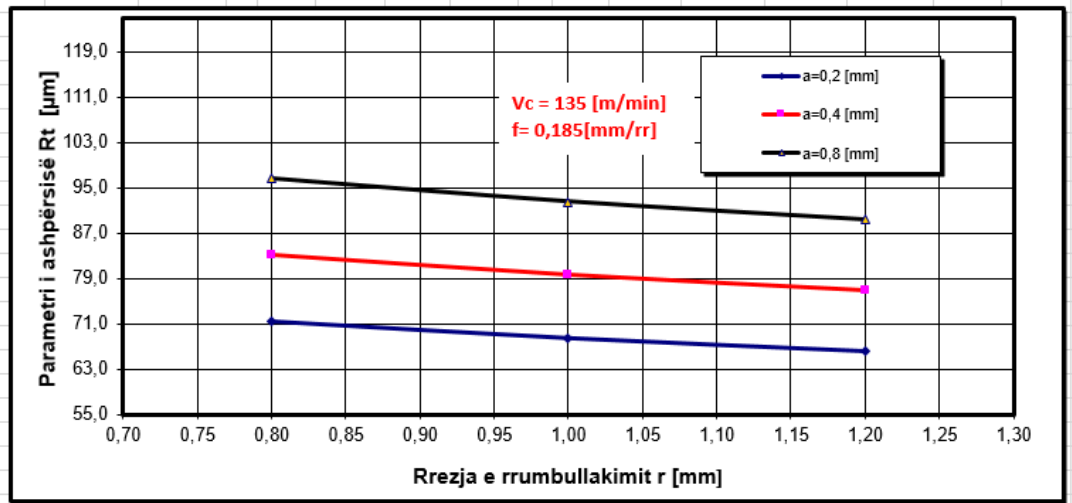


Fig. 4.13 Varësia e R_t prej rrezes së rrumbullakimit dhe thellësisë së prerjes, për $V_{c_{mes}}$ dhe f_{mes}

	r=0,8	r=1	r=1,2
	0,8	1	1,2
a=0,2 [mm]	70,34	67,39	65,07
a=0,4 [mm]	81,75	78,33	75,63
a=0,8 [mm]	95,02	91,04	87,91

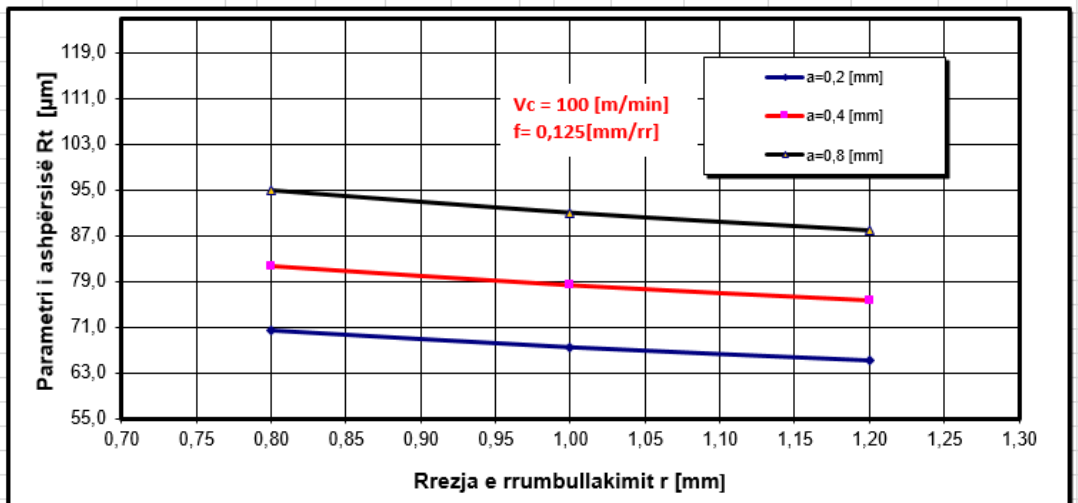


Fig. 4.14 Varësia e R_t prej rrezes së rrumbullakimit dhe thellësisë së prerjes, për $V_{c_{min}}$ dhe f_{min}

	r=0,8	r=1	r=1,2
	0,8	1	1,2
Vc=100 [m/min]	70,34	67,39	65,07
Vc=135 [m/min]	60,70	58,15	56,15
Vc=180 [m/min]	52,70	50,49	48,76

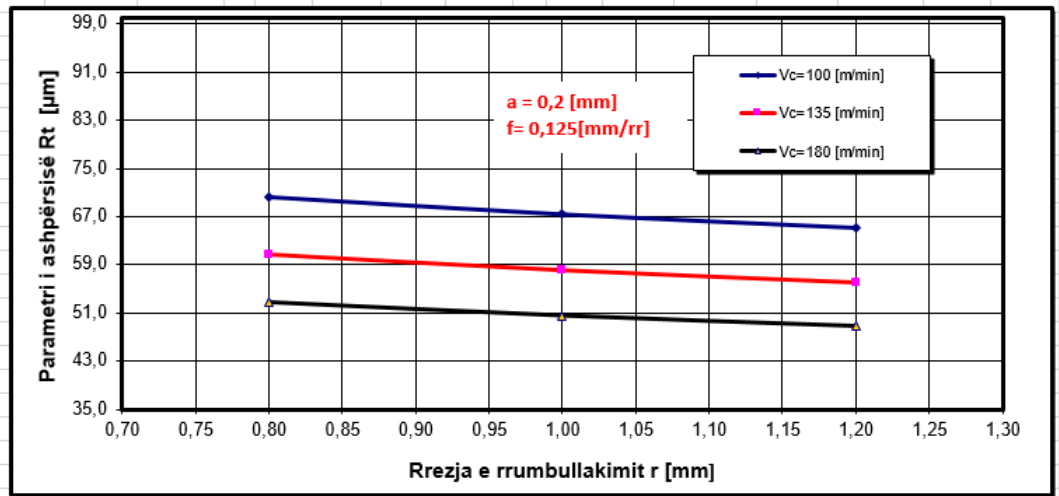


Fig. 4.15 Varësia e Rt prej rrezes së rrumbullakimit dhe shpejtësisë së prerjes, për a_{min} dhe f_{min}

	r=0,8	r=1	r=1,2
	0,8	1	1,2
Vc=100 [m/min]	96,31	92,27	89,10
Vc=135 [m/min]	83,12	79,63	76,89
Vc=180 [m/min]	72,17	69,14	66,76

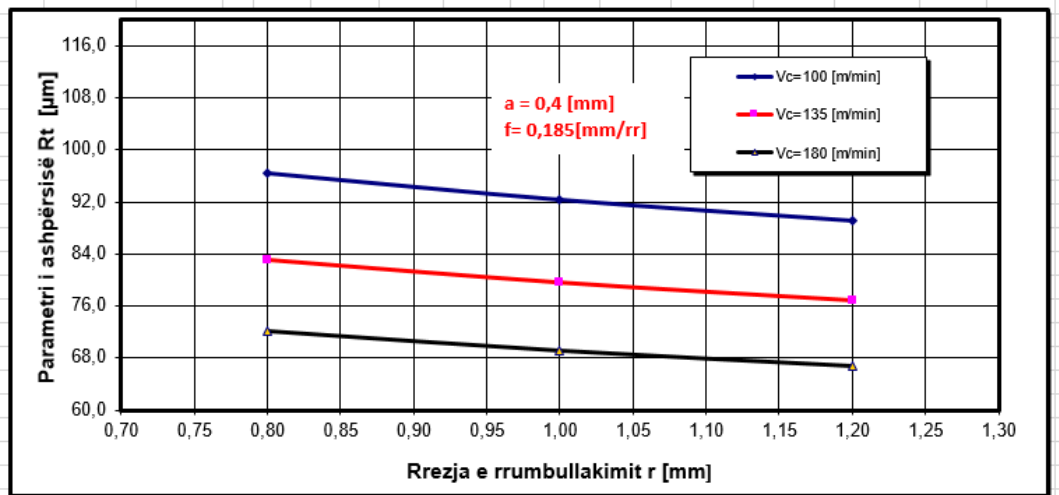


Fig. 4.16 Varësia e Rt prej rrezes së rrumbullakimit dhe shpejtësisë së prerjes, për a_{mes} dhe f_{mes}

	r=0,8	r=1	r=1,2
	0,8	1	1,2
Vc=100 [m/min]	134,11	128,48	124,06
Vc=135 [m/min]	115,73	110,88	107,06
Vc=180 [m/min]	100,49	96,27	92,96

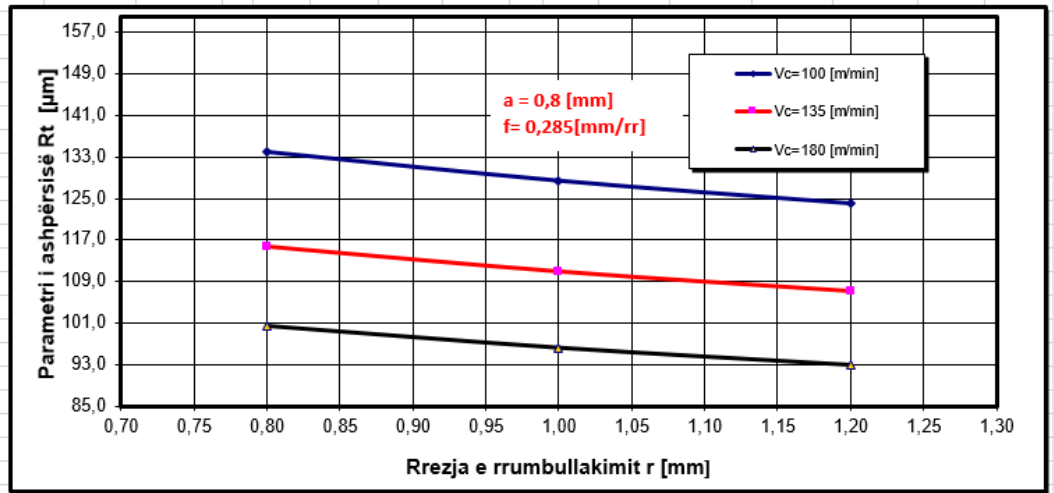


Fig. 4.17 Varësia e Rt prej rrezes së rrumbullakimit dhe shpejtësisë së prerjes, për a_{max} dhe f_{max}

	r=0,8	r=1	r=1,2
	0,8	1	1,2
Vc=100 [m/min]	99,27	95,10	91,83
Vc=135 [m/min]	85,67	82,07	79,25
Vc=180 [m/min]	74,38	71,26	68,81

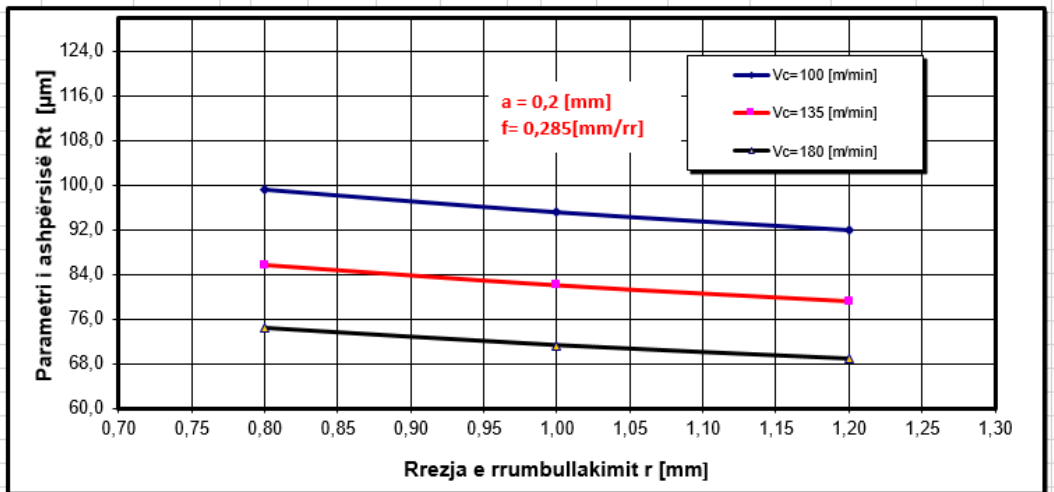


Fig. 4.18 Varësia e Rt prej rrezes së rrumbullakimit dhe shpejtësisë së prerjes, për a_{min} dhe f_{max}

	r=0,8	r=1	r=1,2
	0,8	1	1,2
Vc=100 [m/min]	82,86	79,39	76,66
Vc=135 [m/min]	71,51	68,51	66,15
Vc=180 [m/min]	62,09	59,49	57,44

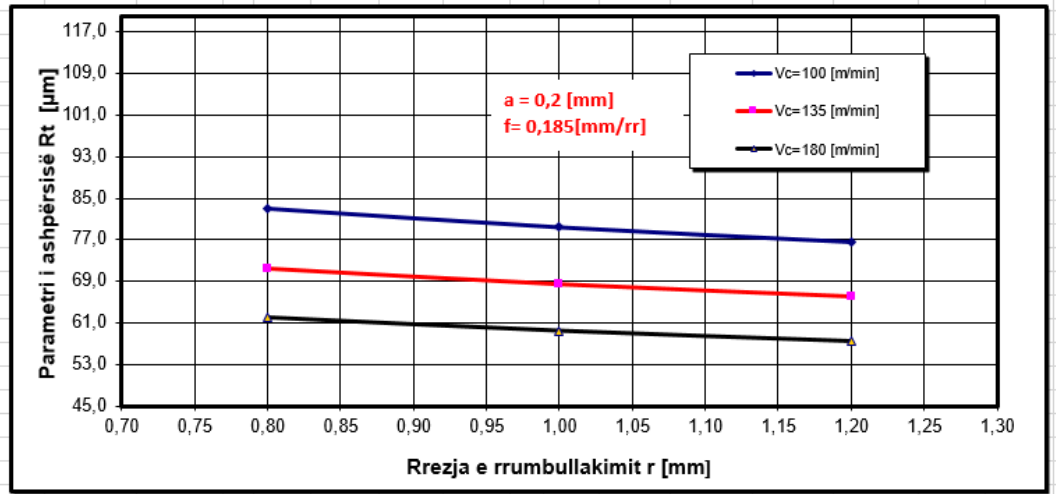


Fig. 4.19 Varësia e Rt prej rrezes së rrumbullakimit dhe shpejtësisë së prerjes, për a_{min} dhe f_{mes}

	r=0,8	r=1	r=1,2
	0,8	1	1,2
Vc=100 [m/min]	111,94	107,25	103,56
Vc=135 [m/min]	96,61	92,56	89,37
Vc=180 [m/min]	83,88	80,36	77,60

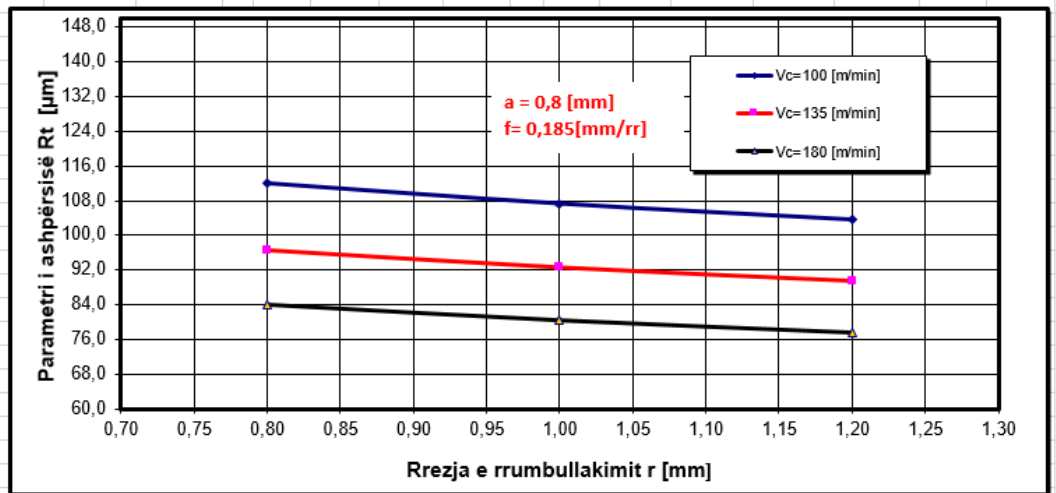


Fig. 4.20 Varësia e Rt prej rrezes së rrumbullakimit dhe shpejtësisë së prerjes, për a_{max} dhe f_{mes}

UNIVERSITETI I PRISHTINËS
“HASAN PRISHTINA”
FAKULTETI I INXHINIERISË MEKANIKE

DEKLARATA ETIKE

Unë, **Sevdaim Sinani** me numër ID: 150801210011 deklaroj se:

Punimi i Masterit me titull:

**“EFEKTI I PARAMETRAVE TË PRERJES DHE GJEOMETRISË SË
INSTRUMENTIT NË ASHPËRISINË E SIPËRFAQES GJATË
OPERACIONIT TË TORNIMIT”**

- Paraqet rezultatet e punës sime shkencore hulumtuese;
- Punimi i diplomës në tërësi apo pjesërisht nuk është paraqitur në ndonjë program akademik në Fakultete tjera apo Universitete;
- Rezultatet e prezantuara në punimin janë të besueshme dhe janë të specifikuara në mënyrën e duhur dhe
- Nuk i kam shkel të drejtat autoriale.

Prishtinë, 26.11.2018

Sevdaim Sinani
